

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“Determinación de la influencia de las actividades urbano e industrial en el nivel de contaminación del aire mediante la determinación de partículas suspendidas respirables (PM 2,5), en el Alto Mayo, 2015”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORES:**

Harold Capuena Ruiz  
Jack Mike Angulo Cuesta

**ASESOR:**

Ing. Juan Carlos Rojas Vásquez

Código N° 06055815

Moyobamba – Perú

2017



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO**  
**PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **siete y media** de la noche del día **Lunes 18 de abril del dos mil diecisiete**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

<b>Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA.</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>Blgo. M.Sc. LUIS EDUARDO RODRÍGUEZ PÉREZ.</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>Lic. M.Sc. CARMELA ELISA SALVADOR ROSADO.</b>	<b>MIEMBRO</b>

<b>Ing. JUAN CARLOS ROJAS VÁSQUEZ.</b>	<b>ASESOR</b>
--	---------------

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado **“DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES URBANO E INDUSTRIAL EN EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS RESPIRABLES (PM-2,5), EN EL ALTO MAYO, 2015”** presentado por los Bachilleres en Ingeniería Ambiental **HAROLD CAPUENA RUIZ Y JACK MIKE ANGULO CUESTA**, según Resolución Consejo de Facultad **N° 211-2015- UNSM-T-FE-Co de fecha 04 de Noviembre del 2015.**

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente los declaran: **APROBADOS** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **TRECE (13.0)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 09:15 pm horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna  
Presidente

Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez  
Secretario

Lic. M.Sc. Carmela Elisa Salvador Rosado  
Miembro

Ing. Juan Carlos Rojas Vásquez  
Asesor

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: Capuena Ruiz Harold	
Código de alumno : 085107	Teléfono: 962046542
Correo electrónico : harold	DNI: 70762620

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: Ecología
Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título : Determinación de la influencia de las actividades urbano e industrial en el nivel de contaminación del aire mediante la determinación de partículas suspendidas respirables (PM <sub>10</sub> ), en el Alto Mayo, 2015
Año de publicación: 2017

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



## 7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

Firma del Autor

## 8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

22 / 11 / 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO  
UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Prof. Alicia Mercedes Grández Chávez  
JEFE DE LA UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Firma de Unidad de Biblioteca

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducente a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Angulo Cuesta Jack Mike		
Código de alumno :	065153	Teléfono:	938174094
Correo electrónico:	mike-1797@hotmail.com	DNI:	46057047

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(x)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	"Determinación de la influencia de las actividades urbano e industrial en el nivel de contaminación del aire mediante la determinación de partículas suspendidas respirables (PM <sub>2,5</sub> ), en el Alto Mayo, 2015"
Año de publicación:	2017.

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(x)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



## 7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

## 8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

22 / 11 / 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO  
UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL



Prof. ALICIA CRISTINA GARCÍA CHÁVEZ  
JEFE DE LA UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Firma de Biblioteca

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser nuestro guía durante toda nuestra carrera, por no permitirnos caer y seguir adelante; a nuestros padres por darnos la existencia y en ella la capacidad de superarnos y desearnos lo mejor en cada paso por este camino difícil y arduo de la vida. Gracias por ser como son, porque su presencia y persona han ayudado a construir y forjar las personas que ahora somos.

A nuestra alma mater, Universidad Nacional de San Martín, y docentes, por forjarnos como verdaderos profesionales, a cada uno de ellos nuestros especiales agradecimientos y estima personal.

## **DEDICATORIA**

- A nuestros maestros y amigos, que en el andar de la vida nos hemos ido encontrando; porque cada uno de ustedes motivó nuestros sueños y esperanzas.
  
- Gracias a todos los que han recorrido con nosotros este camino, porque nos enseñaron la importancia, día a día y año tras año de nuestra carrera universitaria.



## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
<b>I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. General.....	2
1.2.2. Específicos.....	2
1.3. Fundamentación teórica.....	2
1.3.1. Antecedentes de la investigación.....	2
1.3.2. Bases Teóricas.....	14
1.3.3. Definiciones de términos.....	16
1.4. Variables.....	18
1.5. Hipótesis.....	18
<b>II. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>18</b>
2.1. Tipo de investigación.....	19
2.2. Diseño de investigación.....	19
2.3. Población y muestra.....	19
2.4. Instrumentos de recolección de datos.....	20
2.4.1. Fuente.....	20
2.4.2. Método de medición.....	20
2.4.3. Método de análisis.....	21
2.4.4. Aplicación de la encuesta .....	21
2.5. Procesamiento y análisis de datos.....	22
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
3.1. Resultados.....	23
3.1.1. Descripción general del área de estudio – Alto Mayo.....	23

3.1.2. Descripción del entorno biofísico y social del Alto Mayo.....	23
3.1.2.1. Medio físico.....	23
3.1.2.2. Medio biológico.....	32
3.1.2.3. Medio socioeconómico.....	35
3.1.3. Resultado PM 2,5 según localidad de estudio.....	42
3.1.4. Resultados comparativos de PM 2,5 con el Estándar de Calidad Ambiental – ECA aire.....	48
<b>DISCUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Datos de las condiciones climáticas en la margen derecha del río Mayo.....	24
Tabla 2.	Datos de las condiciones climáticas en la margen izquierda del río Mayo.....	25
Tabla 3.	Estación de monitoreo hidrográfico y su ubicación geográfica.....	26
Tabla 4.	Población del área de estudio según distritos.....	37
Tabla 5.	Cobertura de los servicios básicos según distritos.....	39
Tabla 6.	Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Naranjos durante el periodo de muestreo.....	42
Tabla 7.	Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Nueva Cajamarca durante el periodo de muestreo.....	43
Tabla 8.	Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Segunda Jerusalén, durante el periodo de muestreo.....	44
Tabla 9.	Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Rioja durante el periodo de muestreo.....	45
Tabla 10.	Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Moyobamba durante el periodo de muestreo.....	46
Tabla 11.	Datos promedio generales mensuales registrados en el ámbito de estudio.....	47
Tabla 12.	Datos promedio generales por localidad registrados en el ámbito de estudio.....	48
Tabla 13.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la localidad de Naranjos.....	63
Tabla 14.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la localidad de Naranjos.....	64
Tabla 15.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Naranjos.....	65
Tabla 16.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Naranjos.....	66
Tabla 17.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Naranjos.....	67



Tabla 18.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril 2016 en la localidad de Naranjos.....	68
Tabla 19.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo 2016 en la localidad de Naranjos.....	69
Tabla 20.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Naranjos.....	70
Tabla 21.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Naranjos.....	71
Tabla 22.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la localidad de Nueva Cajamarca.....	72
Tabla 23.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la Localidad de Nueva Cajamarca.....	73
Tabla 24.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.....	74
Tabla 25.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.....	75
Tabla 26.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.....	76
Tabla 27.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.....	77
Tabla 28.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.....	78
Tabla 29.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.....	79
Tabla 30.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.....	80
Tabla 31.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la localidad de Segunda Jerusalén.....	81
Tabla 32.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la localidad de Segunda Jerusalén.....	82
Tabla 33.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.....	83

Tabla 34.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.....	84
Tabla 35.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.....	85
Tabla 36.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.....	86
Tabla 37.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.....	87
Tabla 38.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.....	88
Tabla 39.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.....	89
Tabla 40.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la Localidad de Rioja.....	90
Tabla 41.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la localidad de Rioja.....	91
Tabla 42.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Rioja.....	92
Tabla 43.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Rioja.....	93
Tabla 44.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Rioja.....	94
Tabla 45.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril 2016 en la localidad de Rioja.....	95
Tabla 46.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo 2016 en la localidad de Rioja.....	96
Tabla 47.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Rioja.....	97
Tabla 48.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Rioja.....	98
Tabla 49.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la localidad de Moyobamba.....	99

Tabla 50.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la localidad de Moyobamba.....	100
Tabla 51.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Moyobamba.....	101
Tabla 52.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Moyobamba.....	102
Tabla 53.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Moyobamba.....	103
Tabla 54.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril 2016 en la localidad de Moyobamba.....	104
Tabla 55.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo 2016 en la localidad de Moyobamba.....	105
Tabla 56.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Moyobamba.....	106
Tabla 57.	Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Moyobamba.....	107



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Naranjos.....	42
Figura 2.	Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Nueva Cajamarca.....	43
Figura 3.	Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Segunda Jerusalén.....	44
Figura 4.	Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Rioja.....	45
Figura 5.	Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Moyobamba.....	46
Figura 6.	Datos generales promedio mensuales por localidad registrados en el ámbito de estudio.....	47
Figura 7.	Datos generales promedio por localidad registrados en el ámbito de estudio.....	48
Figura 8.	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015 en la localidad de Naranjos .....	63
Figura 9.	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en la localidad de Naranjos.....	64
Figura 10.	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la localidad de Naranjos.....	65
Figura 11.	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la localidad de Naranjos.....	66
Figura 12.	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la localidad de Naranjos.....	67
Figura 13.	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la localidad de Naranjos.....	68
Figura 14.	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la localidad de Naranjos.....	69
Figura 15.		

	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la	70
Figura 16.	localidad de Naranjos.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la	71
Figura 17.	localidad de Naranjos .....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015	72
Figura 18.	en la localidad de Nueva Cajamarca.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en	73
Figura 19.	la localidad de Nueva Cajamarca.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la	74
Figura 20.	localidad de Nueva Cajamarca.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la	75
Figura 21.	localidad de Nueva Cajamarca.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la	76
Figura 22.	localidad de Nueva Cajamarca.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la	77
Figura 23.	localidad de Nueva Cajamarca.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la	78
Figura 24.	localidad de Nueva Cajamarca.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la	79
Figura 25.	localidad de Nueva Cajamarca.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la	80
Figura 26.	localidad de Nueva Cajamarca.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015	81
Figura 27.	en la localidad de Segunda Jerusalén.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en	82
Figura 28.	la localidad de Segunda Jerusalén.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la	83
Figura 29.	localidad de Segunda Jerusalén.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la	84
Figura 30.	localidad de Segunda Jerusalén.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la	85
Figura 31.	localidad de Segunda Jerusalén.....	

	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la	86
Figura 32.	localidad de Segunda Jerusalén.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la	87
Figura 33.	localidad de Segunda Jerusalén.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la	88
Figura 34.	localidad de Segunda Jerusalén.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la	89
Figura 35.	localidad de Segunda Jerusalén.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015	90
Figura 36.	en la localidad de Rioja.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en	91
Figura 37.	la localidad de Rioja.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la	92
Figura 38.	localidad de Rioja.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la	93
Figura 39.	localidad de Rioja.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la	94
Figura 40.	localidad de Rioja.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la	95
Figura 41.	localidad de Rioja.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la	96
Figura 42.	localidad de Rioja.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la	97
Figura 43.	localidad de Rioja.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la	98
Figura 44.	localidad de Rioja.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015	99
Figura 45.	en la localidad de Moyobamba.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en	100
Figura 46.	la localidad de Moyobamba.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la	101
Figura 47.	localidad de Moyobamba.....	



	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la	102
Figura 48.	localidad de Moyobamba.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la	103
Figura 49.	localidad de Moyobamba.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la	104
Figura 50.	localidad de Moyobamba.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la	105
Figura 51.	localidad de Moyobamba.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la	106
Figura 52.	localidad de Moyobamba.....	
	Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la	107
Figura 53.	localidad de Moyobamba.....	
	Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por	108
Figura 54.	problemas respiratorios (Naranjos).....	
	Conocimiento de la población sobre medidas para evitar la	109
Figura 55.	contaminación ( Naranjos).....	
	Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición	109
Figura 56.	diaria a la contaminación del aire (Naranjos).....	
	Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad	110
Figura 57.	(Naranjos).....	110
Figura 58.	Conocimiento sobre la calidad del aire (Naranjos).....	
	Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica	111
Figura 59.	(Naranjos).....	
	Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por	111
Figura 60.	problemas respiratorios (Nueva Cajamarca).....	
	Conocimiento de la población sobre medidas para evitar la	112
Figura 61.	contaminación (Nueva Cajamarca).....	
	Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición	112
Figura 62.	diaria a la contaminación del aire (Nueva Cajamarca).....	
	Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad	113
Figura 63.	(Nueva Cajamarca).....	113
Figura 64.	Conocimiento sobre la calidad del aire (Nueva Cajamarca).....	

	Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica	114
Figura 65.	(Nueva Cajamarca).....	
	Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por	114
Figura 66.	problemas respiratorios (Segunda Jerusalén).....	
	Cocimiento de la población sobre medidas para evitar la	115
Figura 67.	contaminación (Segunda Jerusalén).....	
	Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición	115
Figura 67.	diaria a la contaminación del aire (Segunda Jerusalén).....	
	Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad	115
Figura 68.	(Segunda Jerusalén).....	116
Figura 69.	Conocimiento sobre la calidad del aire (Segunda Jerusalén).....	
	Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica	116
Figura 70.	(Segunda Jerusalén).....	117
Figura 71.	Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica.....	
	Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por	117
Figura 72.	problemas respiratorios (Rioja).....	
	Conocimiento de la población sobre medidas para evitar la	118
Figura 73.	contaminación (Rioja).....	
	Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición	118
Figura 74.	diaria a la contaminación del aire (Rioja).....	
	Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad	119
Figura 75.	(Rioja).....	119
Figura 76.	Conocimiento sobre la calidad del aire (Rioja).....	
	Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica	120
Figura 77.	(Rioja).....	
	Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por	120
Figura 78.	problemas respiratorios (Moyobamba).....	
	Conocimiento de la población sobre medidas para evitar la	121
Figura 79.	contaminación (Moyobamba).....	
	Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición	121
Figura 80.	diaria a la contaminación del aire (Moyobamba).....	
		122

Figura 81.	Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad (Moyobamba).....	122
Figura 82.	Conocimiento sobre la calidad del aire (Moyobamba).....	123
	Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica .....	

## RESUMEN

La presente investigación: “Determinación de la influencia de las actividades urbano e industrial en el nivel de contaminación del aire mediante la determinación de partículas suspendidas respirables (PM-2,5), en el Alto Mayo, 2015”. Utiliza el tipo de investigación: Básico descriptivo. El objetivo central ha sido: Determinar la influencia de las actividades urbano e industrial en el nivel de contaminación del aire, mediante la determinación de partículas suspendidas respirables (PM-2,5), en el Alto Mayo 2015. A manera de objetivo específico fue planteada la caracterización de los aspectos biofísicos y socioeconómicos del ámbito de estudio, la comparación de concentración de partículas con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para aire y la determinación del conocimiento de la población en cuanto a la contaminación atmosférica. Para lograr los objetivos se efectuó un programa de monitoreo del aire en cinco puntos del Alto Mayo (Naranjos, Nueva Cajamarca, Segunda Jerusalén, Rioja y Moyobamba) siendo el periodo de muestreo desde noviembre del 2015 hasta julio del 2016. Para esto se utilizó un equipo de muestreo automático y se determinó la cantidad de partículas respirables en suspensión de tamaño igual o menor a  $2,5 \mu\text{m}$  (PM-2,5); se ha encontrado que durante el periodo de monitoreo, los meses que presenta mayores concentraciones promedio son: Mayo, junio y julio, presentando valores de 30,2; 30,4 y 31,1  $\text{ug}/\text{m}^3$ , respectivamente. Se describe también la caracterización de los aspectos biofísicos, socio económico y resultados de encuesta aplicada sobre el conocimiento de la contaminación atmosférica por parte la población. El estudio concluye, que a nivel del ámbito de estudio por localidades, los mayores valores promedio de PM-2,5 se presentan en las localidades de Segunda Jerusalén, Rioja y Moyobamba, obteniendo 29,0; 30,83 y 33,39  $\text{ug}/\text{m}^3$  respectivamente. En todos los casos durante el periodo de monitoreo se supera el ECA 25  $\text{ug}/\text{m}^3$  para PM 2,5, establecido mediante D.S. N° 003-2008-MINAM, determinando de este modo la influencia de las actividades urbano e industrial en la calidad del aire.

**PALABRAS CLAVES:** Partículas suspendidas, PM 2,5, contaminación atmosférica, estándar de calidad ambiental, Alto Mayo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

**CENTRO DE IDIOMAS**



### ABSTRACT

The present investigation: "Determination of the influence of urban and industrial activities on the level of air pollution through the determination of respirable suspended particles (PM-2,5), in the High May, 2015". Use the type of research: Basic descriptive. The central objective was to: Determine the influence of urban and industrial activities on the level of air pollution by determining respirable suspended particulates (PM-2,5) in the High May 2015. A specific objective was the characterization of the biophysical and socioeconomic aspects of the field of study, the comparison of particle concentration with the Environmental Quality Standard (ECA) for air and the determination of the population's knowledge regarding air pollution. To achieve the objectives, an air monitoring program was carried out at five points in High May (Naranjos, Nueva Cajamarca, Second Jerusalem, Rioja and Moyobamba). The sampling period was from november 2015 to july 2016. For this, a automatic sampling equipment and the number of breathable particles in suspension of size equal to or less than 2,5  $\mu\text{m}$  (PM-2,5) was determined; It has been found that during the monitoring period, the months with the highest average concentrations are: May, june and july, presenting values of 30.2; 30.4 and 31.1  $\text{ug}/\text{m}^3$ , respectively. It also describes the characterization of the biophysical, socioeconomic aspects and results of applied survey on the knowledge of the air pollution by the population. The study concludes that at the level of the study area by localities, the highest average values of PM-2,5 occur in the localities of Second Jerusalem, Rioja and Moyobamba, obtaining 29.0; 30.83 and 33.39  $\text{ug}/\text{m}^3$  respectively. In all cases during the monitoring period, is exceeded the ECA 25  $\text{ug}/\text{m}^3$  for PM 2.5, established by D.S. No. 003-2008-MINAM, thus determining the influence of urban and industrial activities on air quality.

Key words: Suspended particles, PM 2.5, atmospheric pollution, environmental quality standard High May.

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema.**

En nuestro país uno de los factores de deterioro ambiental lo constituye la contaminación atmosférica que es la presencia de material indeseable en el aire y en cantidades más de lo normal como para producir efectos nocivos. Los materiales indeseables pueden dañar la salud humana, la vegetación, los bienes, el ambiente global, así como crear ofensas estéticas en la forma del aire de color oscuro o brumoso, o bien olores desagradables. Muchos de estos materiales entran a la atmósfera provenientes de fuentes, que en la actualidad se encuentran más allá del control humano. Sin embargo, en las partes más densamente pobladas de la tierra, en particular de los países industrializados, las fuentes principales de estos contaminantes son actividades humanas. Estas actividades se encuentran íntimamente asociados a nuestros estándares de vida por lo que rara vez se los considera; la medida propuesta en mayor parte de los países industrializados es continuar las actividades y controlar las emisiones de contaminantes que provengan de ellas.

Respecto el Perú, posee una norma oficial que establece los estándares de calidad del aire (ECA) para material particulado expresado en PM-10 y PM-2,5. A nivel de esfuerzos desarrollados se tiene que DIGESA, SENAMHI y el Ministerio del Ambiente, vienen realizando monitoreo de los diferentes contaminantes a nivel del país, donde se determina básicamente la variación temporal y espacial de los contaminantes sólidos sedimentables, encontrándose diferentes partículas sólidas (hollín, polvo, asbesto, plomo, arsénico, sales de nitratos y sulfatos, etc.) En la gran mayoría de los casos reportan alta concentración de dichos contaminantes.

El comportamiento espacial y temporal de estos contaminantes están influenciados tanto por las condiciones meteorológicas y fisiográficas de la zona. El viento es un elemento potencial que juega un papel muy importante, principalmente para el transporte y dispersión de los contaminantes; así también los gradientes de temperatura horizontal y vertical, que al igual que los vientos cuando son de menor



valor, no permiten el movimiento del material particulado hacia las zonas críticas. En ese sentido la propuesta contribuirá a los esfuerzos que se desarrolla actualmente en el país.

La formulación del problema es: ¿Cuál es la influencia de las actividades urbana e industrial en el nivel de contaminación del aire, mediante la determinación de partículas suspendidas respirables (PM-2,5), en el Alto Mayo, 2015?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

- Determinar la relación entre las actividades urbanas e industriales y el nivel de contaminación del aire, mediante la determinación de partículas suspendidas respirables (PM-2,5), en el Alto Mayo, 2015.

### **1.2.2. Específicos**

- Caracterizar los aspectos biofísicos y socioeconómicos en el ámbito del Alto Mayo.
- Determinar la concentración de partículas suspendidas respirables menores a 2,5 micras (PM-2,5).
- Comparar las concentraciones de partículas suspendidas respirables menores a 2,5 micras con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire.
- Determinar el conocimiento de la población en cuanto a la contaminación atmosférica.

## **1.3. Fundamentación teórica**

### **1.3.1. Antecedentes de la investigación**

**Albornoz A. et al, (1997)**, indica que áreas urbanas del estado de Zulia-Venezuela se desarrolló un estudio sobre concentraciones de PM-10 en tres estaciones durante 1996-1997, para lo cual se tomó como referencia el estándar anual PM-10 adoptado en USA de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Conclusiones del estudio demuestran que el valor promedio para estos dos años ( $27.33\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

no superó el estándar de referencia anual; sin embargo, en el mes de agosto de 1996, periodo lluvioso (131.4 mm) se encontró que las concentraciones registradas por las tres estaciones superaron el estándar de referencia en valores que alcanzaron los 58.03 ug/m<sup>3</sup>. Se estima que las verdaderas concentraciones promedios se encuentran en los intervalos (27.02 -20.89 ug/m<sup>3</sup>) para 1996 y (35.80 – 28.17 ug/m<sup>3</sup>) para 1997.

**EPA, (2000)**, manifiesta que, en un trabajo sobre evaluación de impacto ambiental en la salud, exige considerar de modo general los procesos de cambio ambiental y la salud humana y de modo específico problemas emergentes, como el de los productos químicos en las sociedades desarrolladas, los efectos a corto y largo plazo de la contaminación química y biológica del aire o los riesgos para la salud pública asociado a la calidad del aire.

**Gandsas, (1998)**, con el título: “Los contaminantes del aire y sus posibles efectos sobre la salud” informa que el anhídrido de azufre en asociaciones de partículas (humos) generan además, que las enfermedades respiratorias y ocasionar mayor riesgo de contraerlas; trastornos de la función pulmonar, irritación de las mucosas y tejidos cutáneos.

Otro estudio de la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) y muy relacionado con nuestro estudio es “Las Partículas y efectos en la Salud”, las partículas ingresan al cuerpo cuando respiras junto a cualquier otra sustancia.

**Vargas, (2005)** “La contaminación ambiental como factor determinante de la salud”, en el que ha identificado la relación entre determinados agentes ambientales y la salud humana. Se ha estimado que en los países industrializados un 20% de la incidencia total de enfermedades pueden atribuirse a factores ambientales.

**Goreu, (2004)**, según los resultados del estudio de calidad de aire se tiene que el nivel promedio de PM-10 en los puntos P1 (Jr. Eguerrizabal) y P2 (Av. Castilla) al este de la ciudad es de 340 y 170  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente; punto P3 (Jr. Los Cedros) se registró un nivel de 217  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , punto P4 (JR Razuri) la avenida Centenario y Sáenz Peña, registra una concentración de 227  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Concluyendo que los niveles de PM-10 ambientales superan el límite permisible para 24 horas de partículas PM-10 (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) establecido en el reglamento estándares de calidad ambiental de aire.

Concentraciones medias diarias de PM 2,5 registradas en la red de vigilancia de la contaminación atmosférica del ayuntamiento de Madrid (2003-2005). Indica que el valor de la concentración media diaria de PM 2,5 durante 2003-2005 en Madrid ha sido de 19,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Según los citados valores guía de protección para la salud de la OMS para valores medios anuales, 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sería el nivel más bajo a partir del cual se ha detectado asociación entre efectos cardiopulmonares y mortalidad por cáncer de pulmón debido a la exposición prolongada a PM 2,5. Para niveles de 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  este riesgo aumenta un 15%, mientras que para niveles de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  la mortalidad prematura disminuye en un 6% (2-11%) con respecto al valor de 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y, del mismo modo, para valores de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  este riesgo disminuye en otro 6% (2-11%) respecto a los niveles de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por tanto, con los valores encontrados para la ciudad de Madrid es de esperar la existencia de una asociación entre los valores de PM 2,5 y patologías cardiovasculares, ya que se duplica el valor inferior marcado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para valores medios anuales.

**Herrera, (2005)**, en su investigación titulada “Caracterización de partículas en suspensión del medio atmosférico urbano en segunda Jerusalén–Rioja-2005”, manifiesta que los niveles o concentración del material particulado en suspensión en el medio atmosférico (aire) de la población de Segunda Jerusalén, Rioja, San Martín, Perú se encuentran por debajo del estándar nacional de calidad ambiental para PTS y PM10. Las concentraciones

promedio de PTS y PM10 en Segunda Jerusalén son 3,1683 mg-m<sup>3</sup>/24h y 35,6314 µm/m<sup>3</sup>; en cambio los estándares son 120 y 50 µg/m<sup>3</sup> (media aritmética anual), respectivamente.

**Linares et al, (2008)**, recoge el comportamiento de las partículas PM 2,5 para la ciudad de Madrid y su impacto en la salud a través de su influencia sobre los ingresos hospitalarios. El material particulado respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) se puede dividir, según su tamaño, en dos grupos principales. A las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 µm o 10 micrómetros (1 µm corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM 10 y a la fracción respirable más pequeña, PM 2,5. Estas últimas están constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros; es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano.

Además, el tamaño no es la única diferencia. Cada tipo de partículas está compuesto de diferente material y puede provenir de diferentes fuentes. En el caso de las PM 2,5, su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las emisiones de los vehículos diesel, mientras que las partículas de mayor tamaño pueden tener en su composición un importante componente de tipo natural como partículas de polvo procedente de las intrusiones de viento del norte de África (polvo sahariano), frecuente en nuestras latitudes.

**EPA, (2004)**, “Las partículas y efectos en la salud, Washington”. Manifiesta que los efectos que las partículas causan en la salud de las personas han estado históricamente asociados a la exacerbación de enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular. Los últimos trabajos científicos sugieren que este tipo de contaminación, y particularmente las partículas procedentes del tráfico urbano, está asociado

con incrementos en la morbi-mortalidad de la población expuesta y al creciente desarrollo del asma y alergias entre la población infantil. En el caso de las PM 2,5, su tamaño hace que sean 100% respirables ya que viajan profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. Además, estas partículas de menor tamaño están compuestas por elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos) que los que componen, en general, las partículas más grandes.

Todo ello hace que la evidencia científica esté revelando que estas partículas PM 2,5 tienen efectos más severos sobre la salud que las más grandes, PM 10. Asimismo, su tamaño hace que sean más ligeras y por eso, generalmente, permanecen por más tiempo en el aire. Ello no sólo prolonga sus efectos, sino que facilita su transporte por el viento a grandes distancias.

Las partículas PM 2,5, por tanto, se pueden acumular en el sistema respiratorio y están asociadas, cada vez con mayor consistencia científica, con numerosos efectos negativos sobre la salud, como el aumento de las enfermedades respiratorias y la disminución del funcionamiento pulmonar. Los grupos más sensibles –niños, ancianos y personas con padecimientos respiratorios y cardíacos– corren más riesgo de padecer los efectos negativos de este contaminante.

**EPA, (2000)**, “Evaluación del impacto ambiental en la salud, España”. Sostiene que una de las herramientas más apropiadas y utilizadas en epidemiología para evaluar el efecto de los contaminantes atmosféricos a corto plazo sobre la salud de la población, son los estudios de series temporales. Esta metodología permite analizar y cuantificar su impacto; por ejemplo, en un indicador de morbilidad como es el número de ingresos hospitalarios producidos durante un periodo determinado de tiempo.

Para ello, se ha utilizado el número total de ingresos diarios por urgencias, no programados, que se producen en el hospital universitario Gregorio Marañón

de Madrid desde el 1 de enero de 2001 hasta el 31 de diciembre de 2005, sumando un total de 1.826 días y 148.310 ingresos. Se utilizó el número de ingresos producidos por las denominadas causas orgánicas; es decir, los producidos por cualquier causa (circulatoria, respiratoria u otra, excepto traumatismos o partos). Para identificar a los grupos de población más susceptibles a este tipo de contaminantes se analizaron los siguientes grupos de edad: menor de 9 años, 10-17 años, 18-44, 45-64, 65-74 y mayores de 75 años, así como el conjunto global.

Por otra parte, se han utilizado como series de variables independientes las concentraciones medias diarias de PM 2,5, PM10, SO<sup>2</sup>, NO<sup>2</sup>, NO<sup>x</sup> y O<sup>3</sup>. Los datos de estas variables corresponden a las concentraciones medias diarias medidas por el conjunto de las estaciones que constituyen la red de vigilancia de la contaminación atmosférica del ayuntamiento de Madrid durante el periodo de estudio. Las estaciones, además, miden simultáneamente los niveles de contaminación acústica (Leq) diurna, nocturna y media que también se han tenido en cuenta, puesto que otros trabajos realizados en Madrid relacionaban los niveles de ruido con los ingresos hospitalarios.

Además, se han utilizado otras variables independientes que también en estudios previos se ha probado que presentan influencia sobre el número de ingresos hospitalarios producidos en Madrid. Así, por tanto, se han tenido en cuenta las concentraciones medias diarias de polen de diferentes especies con potencial alergénico en Madrid (gramíneas, plátano, olivo y cupresáceas) proporcionadas por la red Palinocam, variables meteorológicas (temperatura máxima y mínima diarias) suministradas por el observatorio meteorológico de Madrid-retiro, e incluso los días en los que se produjeron epidemias de gripe durante el periodo de estudio, con datos facilitados por la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.

Tras el análisis estadístico, se determinó que el tipo de relación funcional existente entre la concentración media diaria de partículas PM 2,5 y los

ingresos por todas las causas es de tipo lineal y sin umbral. Es decir, que a mayor exposición o concentración de partículas mayor es el número de ingresos.

**Echeverri et al, (2008)**, “Relación entre las partículas finas PM 2,5 y respirables PM 10 en la ciudad de Medellín”. Afirma que aunque la mayoría de las concentraciones de PM 2,5 encontradas durante el período de medición en los diferentes puntos de muestreo cumplen con la norma diaria de calidad del aire ( $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), las partículas finas (PM 2,5) se presentan como el principal problema de contaminación en la ciudad de Medellín. - En todos los sitios de muestreo, las partículas PM 2,5 tienen la tendencia a superar la norma anual de calidad del aire ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) si las concentraciones presentan el mismo comportamiento que el registrado en el período de muestreo para un período de 12 meses. Esta situación es preocupante debido a que las partículas finas representan un mayor riesgo sobre la salud, especialmente en las poblaciones más vulnerables (niños y ancianos).

Según la clasificación propuesta de acuerdo con el nivel de contaminación por partículas respirables (PM10), no hay sitios de muestreo ubicados en la zona de contaminación alta (concentraciones de partículas PM10 superiores a la norma anual de calidad del aire para PM10). Santa Elena queda ubicada en zona de contaminación baja; Guayabal, Castilla, El Estadio y Belén Los Alpes quedan ubicados en zona de contaminación media baja; y el centro de Medellín, Andalucía y Robledo quedan ubicados en zona de contaminación media alta.

A pesar de que en todos los sitios de muestreo las partículas PM10 tienen la tendencia a permanecer por debajo de la norma anual de calidad del aire ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), se puede concluir que la situación es preocupante, ya que si comparamos los resultados con la norma que regirá en el año 2011 para Colombia, un alto porcentaje (50%) de los puntos evaluados no cumpliría dicha norma ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



De acuerdo con los niveles de partículas menores de  $2,5\ \mu\text{m}$  (PM 2,5), todos los puntos de muestreo se encuentran en la zona de alta de contaminación (concentraciones de partículas menores de  $2,5\ \mu\text{m}$  superiores a la norma anual de calidad del aire para PM 2,5).

Un parámetro que ayuda a visualizar el problema de las partículas finas (PM 2,5) en Medellín es la relación PM 2,5/PM 10. Todos los sitios de muestreo tienen una relación PM2.5/ PM10 muy alta, que hace pensar que probablemente se puede cumplir con la norma anual para PM10 pero no para PM 2,5.

La relación PM 2,5/PM10 promedio para los sitios o zonas bajo consideración, en este estudio fue de aproximadamente 0,67. Si las mediciones de PM10 están por debajo de la norma anual ( $70\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en un 36% ( $44,8\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), las partículas respirables estarían sobrepasando su norma anual ( $15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en un 100%; es decir,  $30\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Los datos de PM 2,5 no se pueden estimar a partir de datos de PM10 en las demás estaciones. Sería necesario monitorear PM 2,5 de manera permanente y estudiar con detalle las interacciones entre las fuentes y las variables meteorológicas alrededor de estas estaciones.

**Garrido, (2012)**, “Partículas suspendidas en el aire: Generalidades y monitoreos en Latinoamérica”. En un mundo globalizado en donde la actividad industrial tiene un rol fundamental en el desarrollo de la humanidad, la calidad del aire es un factor determinante en la estimación de la calidad de vida de las personas. A partir de su medición es posible generar información que permita evaluar los efectos de las emisiones sobre el aire, y así crear estrategias para el control de la emisión de contaminantes a la atmósfera. Los estudios citados en el presente artículo coinciden en señalar al tráfico vehicular y a las actividades industriales como las principales fuentes

antropogénicas de este tipo de partículas. Eventos resultantes de procesos naturales tales como las erupciones volcánicas y los episodios de polvo sahariano predominaron como principales fuentes naturales de partículas respirables. Algunos autores coincidieron también en nombrar a los hidrocarburos policíclicos aromáticos, al zinc, al níquel y al cobre como constituyentes del material particulado respirable. En Latinoamérica, la tendencia es la de avanzar en la temática de monitoreo de partículas respirables. A pesar de que países como Guatemala, Nicaragua y Uruguay necesitan mejorar sus técnicas e implementar procedimientos de medición del material particulado respirable, países como México y Brasil cuentan con herramientas metodológicas para la ejecución de muestreos, red de estaciones ubicadas en los puntos críticos de emisión de estas partículas y programas de monitoreo que permiten la elaboración de políticas encaminadas a la reducción y control de partículas respirables. En Colombia, las actividades industriales de la región del Valle de Aburrá, y de ciudades como Bogotá y Medellín, incrementan las concentraciones de PM10, sin embargo estas regiones manejan sistemas apropiados y con tecnología de punta que permiten el control del material particulado en la zona, y con ello la búsqueda de alternativas para disminuir las altas concentraciones de partículas registradas en algunos sectores. La mejora de la calidad de los combustibles líquidos, la entrada en vigencia de normativa para controlar las concentraciones de material particulado en el territorio nacional, la inclusión progresiva de programas ambientales a nivel institucional, y el diseño de herramientas de planificación para el transporte público, constituyen un avance importante en el desarrollo de políticas que permitan el mejoramiento de la calidad del aire en estas regiones y la reducción en los últimos años de las concentraciones de PM10.

**Canseco, (2012), "Partículas Atmosféricas PM 2,5 y su asociación con enfermedades respiratorias en la ciudad de Chihuahua, México".** Afirma que uno de los principales contaminantes atmosféricos de la ciudad de Chihuahua son las partículas suspendidas, incluyendo la fracción PM 2,5. En dos de los

tres sitios monitoreados se encontraron concentraciones que rondan o rebasan los límites establecidos en las normas de salud. La zona sureste de la ciudad (AVA) es la que presenta mayores concentraciones de PM 2,5; lo cual es consistente con reportes previos en dicha zona para partículas PST y PM10. Las mayores concentraciones de PM 2,5 se presentaron durante los meses más fríos de la temporada invernal, lo cual es un comportamiento típico de las partículas en la ciudad de Chihuahua de acuerdo a estudios anteriores. Cuando se analizaron los resultados de manera mensual, se observó una buena asociación entre las concentraciones de PM 2,5 y las enfermedades respiratorias en las 3 zonas de ciudad. Los estudios epidemiológicos que relacionan la contaminación del aire y los efectos a la salud comúnmente utilizan uno o varios sitios de monitoreo centrales para estimar exposiciones de la población más amplias. Estos estudios frecuentemente asumen que las concentraciones de partículas en una amplia zona alrededor del sitio son uniformes. Recientes estudios han cuestionado la validez universal de esta asunción, notando que en algunas ciudades, puede llevar a una mala clasificación de la exposición en estudios de salud. Por lo anterior, es recomendable realizar estudios de la variabilidad intraurbana de las concentraciones de PM y determinar qué tan homogénea/heterogéneamente se distribuye la contaminación, con el fin de evaluar adecuadamente la exposición de las personas. De igual manera, se requiere evaluar la temperatura ambiente como variable de confusión en la asociación entre PM y enfermedades respiratorias.

**OMS, (2014)**, señala que Lima tiene el aire más contaminado de América Latina debido a la alta acumulación de PM10 Y PM 2,5 en nuestro aire ¿Qué son estas partículas y por qué son tan dañinas?

Cuando se analiza el nivel de contaminación en el aire, lo que se busca es la concentración de partículas muy pequeñas denominadas PM o partículas materiales. El número al lado derecho indica el tamaño de esta partícula: PM10 para denominar a las partículas en un rango entre los 2,5 y 10

micrómetros de diámetro y PM 2,5 para todas aquellas partículas más pequeñas que 2,5 micrómetros de diámetro. Para hacernos una idea: el diámetro del cabello humano cortado transversalmente es de 70 micrómetros, 7 veces más grande que el PM10. Mientras más pequeña la partícula, más dañina para la salud. Gracias a su pequeño tamaño puede viajar distancias más largas a través del aire e ingresar con mayor facilidad por nuestra nariz y boca, pudiendo llegar a nuestros pulmones, bronquios, bronquiolos y alveolos pulmonares. Todo depende de que tan pequeño sea.

En Lima, desafortunadamente contamos con una alta concentración de ambos tipo de partículas lo que nos hace la ciudad más contaminada de América Latina tanto en PM 10 como en PM 2,5. (A nivel nacional también somos es la más contaminada). En el caso del PM10 su origen es en su mayoría provocado por el hombre a través del humo de carros y fábricas, o a través de incendios forestales y emisiones volcánicas. Debido a su tamaño puede llegar hasta la tráquea provocando enfermedades relacionadas a esta parte del cuerpo. En el caso del PM 2,5 este puede encontrarse no sólo en el humo de los carros y fábricas sino también en metales pesados. Por su tamaño pueden llegar hasta el alveolo pulmonar causando daño a futuro.

Los efectos sobre la salud a corto plazo son irritación de ojos, vías respiratorias, sinusitis, congestión nasal y tos. A mediano plazo estas dolencias pueden agravarse acarreado asma, bronquitis, neumonía, y en el caso de partículas más finas (PM 2,5) enfermedades cardiovasculares y cáncer pulmonar, según varios estudios respaldados por la OMS.

**Sánchez, (2016)** Especialista en calidad del aire del SENAMHI, informó que en la madrugada del 25 de diciembre del 2016 en Lima, las partículas finas de PM 2,5 (partículas sólidas o líquidas suspendidas en la atmósfera, cuyo diámetro es menor a 2,5 micrómetros) y partículas respirables de PM10 aumentaron hasta tres veces, respectivamente.

Sánchez Ccoyllo mencionó que, a primeras horas de la Navidad del 2016, las partículas finas PM 2,5 alcanzaron valores altos de hasta 227  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (microgramos por metro cúbico) en el distrito de Santa Anita. En tanto que las partículas respirables de PM10 alcanzaron valores altos de 339  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en Villa María del Triunfo. Por tal motivo, el Dr. Sánchez Ccoyllo exhortó a la población a evitar la quema de artefactos pirotécnicos para preservar una mejor calidad de aire en beneficio de su salud.

**MINAM, (2014)** “Informe nacional de la calidad de aire 2013-2014”. Afirma que para el ranking de ciudades referidas al parámetro PM 2,5 se tiene información de monitoreos puntuales de 21 ciudades realizados entre 2013 y 2014. Los resultados muestran con claridad tres clases de ciudades las que presentan niveles bajos con una concentración menor a 12,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las que pertenecen a la categoría buena son 5 ciudades: Ayacucho, Abancay, Huaraz, Huánuco y Huancavelica; mientras que 10 ciudades presentan niveles de contaminación moderada y 6 ciudades pertenecen a la categoría mala, excediendo el valor del ECA, estas son Chachapoyas, Cajamarca, Tacna y Juliaca, Moquegua y Cusco.

**OEFA, (2014)** “Informe N°00/-2014-OEFA/DE-SDCA”. Afirma que las concentraciones de material particulado menor a PM 2,5 obtenidas durante el período de monitoreo, no superaron el estándar nacional de calidad de aire (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas), siendo el valor más alto de 27.41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 de marzo 2013). La localidad de Segunda Jerusalén se ubica al margen de la carretera Fernando Belaunde Terry, sus vías de acceso no se encontraban pavimentadas (por esta vía transitan una gran carga vehicular de transporte liviano como: automóviles, motocicletas y moto taxis), lo cual genera levantamientos de material particulado.

### **1.3.2. Base teórica.**

#### **Contaminación ambiental.**

La contaminación ambiental es la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en

lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público. (Cohen, 1995).

El progreso tecnológico, por una parte y el acelerado crecimiento demográfico, por la otra, producen la alteración del medio, llegando en algunos casos a atentar contra el equilibrio biológico de la tierra. No es que exista una incompatibilidad absoluta entre el desarrollo tecnológico, el avance de la civilización y el mantenimiento del equilibrio ecológico; pero es importante que el hombre sepa armonizarlos. Para ello es necesario que proteja los recursos renovables y no renovables y que tome conciencia de que el saneamiento del ambiente es fundamental para la vida sobre el planeta.

La contaminación puede surgir a partir de ciertas manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales) o bien debido a los diferentes procesos productivos del hombre (fuentes antropogénicas) que conforman las actividades de la vida diaria.

Las fuentes que generan contaminación de origen antropogénico más importantes son: industriales (frigoríficos, mataderos y curtiembres, actividad minera y petrolera), comerciales (envolturas y empaques), agrícolas (agroquímicos), domiciliarias (envases, pañales, restos de jardinería) y fuentes móviles (gases de combustión de vehículos). Como fuente de emisión se entiende el origen físico o geográfico donde se produce una liberación contaminante al ambiente, ya sea al aire, al agua o al suelo. Tradicionalmente el medio ambiente se ha dividido para su estudio y su interpretación, en esos tres componentes que son: aire, agua y suelo; sin embargo, esta división es meramente teórica, ya que la mayoría de los contaminantes interactúan con más de uno de los elementos del ambiente. (Vargas, 2005).

### **Contaminación atmosférica.**

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

El nombre de la contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa.

La contaminación atmosférica puede tener carácter local cuando los efectos ligados al foco se sufren en las inmediaciones del mismo, o planetario cuando por las características del contaminante, se ve afectado el equilibrio del planeta y zonas alejadas a las que contienen los focos emisores. (Gutiérrez, et al. 2002).

### **Partículas suspendidas respirables (PM-2,5)**

El material particulado respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras), la fracción respirable más pequeña, PM 2,5 está constituida por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros; es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano.

Además, el tamaño no es la única diferencia. Cada tipo de partículas está compuesto de diferente material y puede provenir de diferentes fuentes. En el caso de las PM 2,5, su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las



emisiones de los vehículos diesel, mientras que las partículas de mayor tamaño pueden tener en su composición un importante componente de tipo natural como partículas de polvo procedente de las intrusiones de viento del norte de África (polvo sahariano), frecuente en nuestras latitudes. (Agencia de Protección Ambiental, 2004).

### **Salud**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), «salud no es sólo la ausencia de enfermedad, sino también es el estado de bienestar somático, psicológico y social del individuo y de la colectividad». Es una definición progresista, en el sentido que considera la salud no sólo como un fenómeno somático (biológico) y psicológico, sino también social. (Agencia de Protección Ambiental, 2004).

#### **1.3.3. Definición de términos**

**Actividades urbanas.-** Son acciones distintas a las rurales, ya que predominan allí los sectores económicos secundario y terciario. Una parte de la producción de origen agropecuario se consume directamente y otra sirve para la elaboración de distintos productos.

**Actividades industriales.-** La industria es la actividad que tiene como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados o semielaborados utilizando una fuente de energía. Además de materias primas para su desarrollo, la industria necesita maquinaria y recursos humanos organizados habitualmente en empresas por su especialización laboral.

**Contaminación del Aire.-** La contaminación es la alteración nociva del estado natural del aire como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar tanto en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química y energía (como sonido, calor, o luz). A veces el contaminante es una sustancia extraña, una forma de energía o una sustancia natural.

**Partícula suspendida respirable.-** Las partículas en suspensión (total de partículas suspendidas: TPS) (o material particulado) consisten en acumulación de diminutas piezas de sólidos o de gotitas de líquidos en la atmósfera ambiental generada a partir de alguna actividad antropogénica (causada por «el hombre») o natural.

**Estándar de Calidad Ambiental (ECA).-** Aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana.

#### **1.4. Variables**

**Variable independiente:**

**X =** Actividades urbanas e industriales

**Indicadores:** Actividades urbanas

Actividades industriales

**Variable dependiente:**

**Y =** Contaminación del aire.

**Indicador:** Concentración de partículas suspendidas respirables (PM-2,5).

### **1.5. Hipótesis**

El nivel de contaminación del aire expresado como partículas suspendidas respirables (PM-2,5), presenta elevadas concentraciones debido a las actividades urbanas e industriales en el Alto Mayo-2015.

## **CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO**

### **2.1. Tipo de investigación**

- De acuerdo a la orientación : Básica.
- De acuerdo a la técnica de contrastación : Descriptiva.

## 2.2. Diseño de investigación

Dado que la investigación es descriptiva, se hizo uso de un diseño no experimental (Hernández et al, 2004), donde se determinaron los niveles de concentración de partículas suspendidas respirables debido a las actividades urbanas e industriales.

## 2.3. Población y muestra

### **Población:**

La población para este trabajo investigativo estará conformado por las principales ciudades asentados en el valle del Alto Mayo; entre ellos Naranjos, Nueva Cajamarca, Segunda Jerusalén, Rioja, y Moyobamba.

### **Muestra:**

Representado por cada uno de los puntos de monitoreo de partículas suspendidas respirables en las principales ciudades del Alto Mayo.

A continuación se muestra los puntos de monitoreo y su coordenada correspondiente:

<b>Punto</b>	<b>Localidad</b>	<b>Coordenadas</b>	
		<b>Este</b>	<b>Norte</b>
1	Naranjos	22016	9364935
2	Nueva Cajamarca	244785	9342327
3	Segunda Jerusalén	244795	9337248
4	Rioja	260086	9330345
5	Moyobamba	281249	9331096

## 2.4. Instrumentos de recolección de datos

**2.4.1. Fuente.-** La fuente que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación fue de tipo primario, constituido por datos recolectados in situ mediante mediciones en puntos pre establecidos.

Los instrumentos fueron la encuesta y la toma de datos in situ. El primero con la finalidad de determinar el conocimiento de la población respecto a la contaminación del aire, y el segundo para determinar las diferentes concentraciones de material particulado recolectadas en campo. El procedimiento seguido en la presente investigación se desarrolló según lo siguiente:

- Para iniciar se realizó encuestas a los pobladores colindantes al punto de monitoreo de cada localidad, encuestando aleatoriamente a cada poblador en sus domicilios. Obtuvimos una muestra de 100 encuestas para determinar su conocimiento sobre la contaminación atmosférica.
- Consideramos fuente de suministro de energía para abastecer de electricidad al equipo de medición durante 24 horas, empezando desde las 9:00 am hasta las 9:00 am del día siguiente.
- En tercer lugar se obtuvo los datos correspondientes a las partículas PM<sub>2,5</sub> que el equipo (Muestreador de Alto Volumen o High Vol) nos proporcionó para ser analizado (pesado el material particulado) en un laboratorio certificado.

#### **2.4.2. Método de Medición.**

##### **Partículas en suspensión menores a 2,5 micras, (PM-2,5).**

El aire ambiente es introducido en la unidad de alto volumen PM- 2,5 a un flujo de 16,7 l/min (24.048 m<sup>3</sup> en 24 horas) a través de una abertura situada en el cabezal. El flujo pasa a una cámara donde la velocidad se regula mediante el propio sistema, a su vez pasa a través de una malla diseñada para prevenir el paso de insectos y desechos suspendidos en el aire hasta el sistema de fraccionamiento. Las partículas con diámetro superior a 2,5 micras impactan sobre una placa untada en aceite, a su vez el equipo cuenta con un sistema de filtro para la humedad y aceite, los cuales son contenidos en un frasco de vidrio externo. Las partículas menores a 2,5 micras son retenidas en el filtro.

#### **2.4.3. Método de Análisis.**

La determinación de pesos de los filtros de PM<sub>2.5</sub> se realiza por gravimetría, determinando el peso constante antes y después del monitoreo. El peso final menos el peso inicial, la diferencia será el peso de contaminantes atmosféricos que se generó en 24 horas de medición ( $\mu\text{g}$  de contaminantes = Peso final – Peso inicial). El resultado en  $\mu\text{g}$  es dividido entre el flujo de equipo en  $\text{m}^3$  en 24 horas, obteniendo el resultado final en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- **Método IO-3.1;** Selection, Preparation and Extraction of Filter Material. Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air EPA/625/R-96/010a. Center for Environmental Research Information Office of Research and Development U.S Environmental Protection Agency Cincinnati, OH 45268 June 1999.

El periodo de muestreo consistió en nueve meses empezando en noviembre de 2015 a julio 2016, con una frecuencia quincenal en cada localidad.

#### **2.4.4. Aplicación de la encuesta para conocer la opinión de la población sobre la contaminación del aire.**

De acuerdo a los objetivos que persiguió la presente investigación la encuesta fue de tipo descriptiva, la cual nos permitió reflejar o documentar las actitudes o condiciones presentes de la población sobre la opinión de la contaminación atmosférica.

Según las preguntas, la encuesta fue de respuesta cerrada, porque se pidió al interrogado que elija para responder una de las opciones que se presentó en un listado de alternativas.

La encuesta fue desarrollada en cada localidad motivo de estudio, en la cual se aplicó un total de 100 encuestas tomando en cuenta el área de influencia con respecto al punto de muestreo.

### **2.5. Procesamiento y análisis de datos**

La recolección de datos vía muestreo generó información, los mismos que fueron procesados en MS Excel para determinar promedios, tablas estadísticas y gráficos. Los datos fueron analizados y comparados en cada tabla y gráfico correspondiente.

### **CAPITULO III: RESULTADOS**

#### **3.1. Resultados.**

##### **3.1.1. Descripción del área de estudio – Alto Mayo.**

**Ubicación**

Departamento	:	San Martín.
Provincia	:	Moyobamba, Rioja.
Valle	:	Alto Mayo.
Latitud Sur	:	05°23'30'' y 06°07'05''
Longitud Oeste	:	77°00'00'' y 77°45' 55''



La zona del Alto Mayo se encuentra ubicada en la parte nor oriental del Perú, departamento de San Martín. Comprende casi todo el ámbito de las provincias de Moyobamba y Rioja a una altura de 850-900 m.s.n.m. El Alto Mayo se ubica al norte del departamento de San Martín, cubriendo una superficie de 794 030 has. Está constituida por dos unidades morfo estructurales relevantes: por el oeste, se encuentra la Cordillera Oriental y, por el este, la Cordillera o faja sub andina. Geográficamente se ubica entre los paralelos 05°23'30'' y 06°07'05'' de latitud sur y los meridianos 77°00'00'' y 77°45'55'' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. El área así delimitada abarca una superficie aproximada de 777.000 Has (INGEMMET, 1995)

### **3.1.2. Descripción del entorno biofísico y social del Alto Mayo.**

#### **3.1.2.1. Medio Físico.**

##### **A.-Clima.**

El clima predominante es ligero a moderadamente húmedo y semicálido sin ningún déficit de agua. Una característica fundamental del Alto Mayo es el exceso de humedad, que da lugar a escorrentía durante todo el año bajo la forma de arroyuelos, riachuelos y ríos de regímenes continuos.

- **Evaporación.** La evaporación en el valle del Alto Mayo presenta promedios anuales de 71,5 mm. máximo y 20,9 mínimo (PEAM, 2016).
- **Humedad relativa.** La humedad relativa promedio anual en el valle del Alto Mayo es de 83 % (PEAM, 2016).
- **Nubosidad.** La nubosidad en la zona presenta un promedio anual de 5,46 (PEAM, 2016).
- **Viento.** La velocidad promedio del viento tiene variaciones que oscila entre 3.2 a 1,1 m/s y sus direcciones más pronunciadas son de NO a SE y viceversa (PEAM, 2016).
- **Precipitación.** La precipitación pluvial se produce en todos los meses del año, llegando a un total de 1252 y 1438,5 mm. al año y con una pronunciada reducción desde mayo hasta agosto y máximos entre octubre y marzo (PEAM, 20016).

- **Temperatura.** La temperatura en el Alto Mayo varía de acuerdo a las estaciones del año, siendo las máximas de 30.1°C y las mínimas 16.3 °C, y la temperatura promedio de 26 ° C (PEAM, 2016).

A continuación se presenta un resumen de las condiciones climáticas en el Alto Mayo de promedios mensuales y anuales de temperatura y precipitación desde el año 2010 al 2015.

**Tabla 1. Datos de las condiciones climáticas en la margen derecha del Río Mayo.**

Mes	Afluente Serranoyacu		San Agustín		La Florida		Naciente Río Negro		Moyobamba	
	TEMP	PP	TEMP	PP	TEMP	PP	TEMP	PP	TEMP	PP
ENE	20,6	236,4	21,7	167,5	22,1	159,7	22,6	125,9	22,7	124,9
FEB	20,2	302,0	21,2	253,3	21,2	174,5	22,3	221,1	22,4	167,0
MAR	20,1	358,3	21,6	254,9	21,7	295,0	22,4	311,8	22,5	150,9
ABR	20,7	376,7	21,9	359,3	21,7	264,1	22,9	252,6	22,6	120,2
MAY	20,6	378,8	22,1	356,6	21,7	330,0	23,0	303,1	22,5	121,9
JUN	20,0	200,3	21,6	259,5	21,2	176,6	22,5	198,7	22,0	54,9
JUL	19,7	207,9	21,3	167,0	21,1	142,6	22,1	177,8	21,8	54,8
AGO	20,1	108,7	21,8	96,5	21,7	66,4	22,2	148,1	22,1	69,7
SET	20,9	274,0	22,1	218,1	21,8	170,2	22,7	225,5	22,6	88,1
OCT	21,1	324,7	22,1	325,3	22,1	190,9	23,3	280,3	23,1	143,9
NOV	21,1	238,4	22,1	245,2	22,3	149,4	23,2	274,3	23,2	116,8
DIC	21,2	255,4	22,0	245,8	22,1	173,7	22,9	267,7	22,9	155,4
<b>TOTAL</b>	<b>246,19</b>	<b>3261,52</b>	<b>261,52</b>	<b>2948,78</b>	<b>260,74</b>	<b>2293,02</b>	<b>272,03</b>	<b>2786,82</b>	<b>270,44</b>	<b>1368,37</b>
<b>PROM</b>	<b>20,52</b>		<b>21,79</b>		<b>21,73</b>		<b>22,67</b>		<b>22,54</b>	

Fuente: PEAM 2015.

**Tabla 2. Datos de las condiciones climáticas en la margen izquierda del Río Mayo.**

MES	Buenos Aires		Pueblo Libre		Tioyacu		San José A,M,		Valle Conquista	
	TEMP	PP	TEMP	PP	TEMP	PP	TEMP	PP	TEMP	PP
ENE	23,1	111,0	23,9	106,1	24,0	36,3	23,4	160,8	23,9	102,6
MAR	23,0	144,0	23,9	164,4	23,1	128,8	23,2	212,2	24,3	132,1
ABR	23,0	145,1	24,1	129,0	22,4	62,2	23,5	172,6	24,1	142,3
MAY	22,9	117,0	24,1	108,3	22,9	79,8	23,3	138,8	23,8	102,1
JUN	22,4	54,5	23,8	59,6	22,8	68,1	22,9	89,4	23,4	61,1
JUL	22,0	63,8	23,4	58,7	23,5	56,0	22,5	72,4	23,0	63,1
AGO	22,3	64,9	23,5	58,4	23,8	57,3	22,8	76,1	23,1	59,2
SET	22,8	100,5	24,0	106,6	24,4	73,9	23,2	126,4	23,7	91,1
OCT	23,5	140,9	24,3	141,3	23,8	105,5	23,9	195,7	24,3	101,9
NOV	23,8	120,9	24,5	124,3	23,6	132,6	24,1	142,2	24,6	127,8
DIC	23,5	147,7	24,1	151,6	22,4	121,1	23,7	176,0	24,1	135,2

<b>TOTAL</b>	<b>275,05</b>	<b>1355,93</b>	<b>287,18</b>	<b>1366,94</b>	<b>279,24</b>	<b>1013,60</b>	<b>279,74</b>	<b>1753,14</b>	<b>286,25</b>	<b>1278,54</b>
<b>PROM</b>	<b>22,92</b>		<b>23,93</b>		<b>23,27</b>		<b>23,31</b>		<b>23,85</b>	

Fuente: PEAM 2015.

### **B.-Hidrografía.**

La red hidrográfica del Alto Mayo forma parte de la cuenca media del río Huallaga, el río Mayo presenta alta pendiente y gran velocidad de corriente, Los principales tributarios de este río nacen en la Cordillera Oriental, tales como Yuracyacu, Tónchima, Huascayacu, Negro, Naranjillo, Indoché, entre otros, El río Mayo es el eje central de la cuenca que corre en dirección nor-oeste a sur-este; además, es el principal tributario del Huallaga, de 300 Km, de longitud de los cuales 200 Km, corresponde al Alto Mayo (PEAM, 2015).

Se caracteriza por ser muy torrentoso y de alta velocidad, presenta baja diversidad íctica. Se han registrado 24 especies de peces distribuidas en 16 géneros y 7 familias, Por el número de especies destacan la familia Characidae con 10 especies, seguida de las familias Curimatidae y Pimelodidae con 3 especies de peces cada una.

Las características físicas y químicas de los cuerpos de aguas de la cuenca Alto Mayo reúnen condiciones adecuadas para el desarrollo de la vida acuática, Sin embargo, se deben tener en consideración las fuertes amenazas que se ciernen sobre los cuerpos de aguas, especialmente los producidos por la deforestación y del uso indiscriminado de plaguicidas.

**Tabla 3. Estación de monitoreo hidrográfico y su ubicación geográfica.**

<b>Estación</b>	<b>Lugar</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Río Mayo	Puerto Shimbillo	283240	9333599
Río Gera	Puente Unión	290372	9317866
Río Gera	cerca desembocadura	292544	9326042
Río Indoché	carretera Yantaló	277155	9338518
Río Tónchima	Puente Tónchima	262209	9330897
Río Negro	parte alta, puente	250531	9329852
Río Negro	puente Río Negro, carretera marginal	249589	9336102
Río Romero	puente carretera marginal	250152	9335825
Río Yuracyacu	Nueva Cajamarca	244204	9343139
Río Huascayacu	cerca de la desembocadura	268740	9344142
Río Avisado	Estación turística	265788	9345639

Río Yuracyacu	Yuracyacu, cerca desembocadura	253325	9344267
Río Huascayacu	Pueblo Libre	266932	9349526
Río Yuracyacu	Puente Florida	240757	9341396
Qda, Pacuyacu	afluente Río Soritor	238727	9351229
Río Mayo	puente Yuracyacu	254457	9345096
Río Soritor	puente Soritor	240033	9351632
Río Naranjillo	puente Naranjillo	234742	9357416
Río Naranjos	puente Naranjos	222565	9365408
Río Túmbaro	puente Túmbaro	230328	9360860
Río Serranoyacu	puente Serranoyacu	203616	9371924
Río Aguas Verdes	cerca de desembocadura	205815	9371214
Río Aguas Claras	cerca caserío Aguas Claras	214822	9367553

Fuente: Informe temático de hidrografía, ZEE Alto Mayo – 2007.

### **C.-Geología.**

La cuenca del Alto Mayo está flanqueada por dos cordilleras, la oriental y la Cahuapanas. La primera se ubica en la margen derecha del río Mayo y la segunda se ubica a la margen izquierda del río Mayo.

Geo estructuralmente está limitado hacia el oeste por la Cordillera Occidental y al este por el Llano Amazónico, Geográficamente se localiza en el sector noroccidental del Perú, limitados al este por los departamentos de Loreto; al noroeste por Amazonas y por el sur con la provincia de Mariscal Cáceres, Posee una extensión aproximada de 794 030 ha.

El origen y evolución del departamento ha pasado por diversos periodos geológicos prolongados, desarrollando a través de ellos una configuración morfológica y morfoestructural muy compleja.

#### **Geología estructural.**

Estructuralmente, el área de estudio que es el Alto Mayo se encuentra en el área de debilitamiento activo denominado zona sub Andina que constituye un rasgo estructural principal en el amazón continental que se extiende desde Venezuela hasta la Argentina, caracterizado por una sucesión de fallamientos (normales y de sobre escurrimiento) y plegamientos que están en relación con el desarrollo de las placas tectónicas que dieron lugar a la formación de la cordillera de los

Andes. Los elementos estructurales mayores de la zona son: El gravén o depresión tectónica, el horst o levantamiento tectónico de la cordillera oriental.

- **Depresión Tectónica Mayo.**

Esta depresión está comprendida entre la cordillera oriental, lado sur occidental, de la que se espera bruscamente por una gran falla de sobre escurrimiento, y el horst de la era cahuapanas al este, separados por una sucesión diagonal de fallas normales con que varía desde brusco o gradual. Estas se ubican en la margen derecha del río Mayo, geográficamente se encuentran entre las localidades de Segunda Jerusalén y San Juan.

- **Cordillera Oriental.**

Constituye un gran levantamiento de un anticlinal amplio y macizo de calizas triásicos - jurásico que en su borde Nor Oriental limita con la depresión Mayo, por una gran falla de sobre escurrimiento hacia el Este, que ha puesto a las calizas triásicas en contacto y las areniscas cretácicas más jóvenes. Esta falla tiene orientación de SE a NO y se extiende desde el río Negro hasta el río Naranjillo.

- **Cordillera Cahuapanas.**

Se levanta entre la depresión Huallaga - Mayo y el llano Amazónico, Se extiende longitudinalmente como prolongación de la cordillera Campaquiz en el norte y continúa hacia el sur con la cordillera Escalera - Azul, Tiene una orientación NO - SE y está constituida principalmente por rocas cretácicas localizadas en las partes altas en la margen izquierda del río Mayo (INGEMMET, 1995).

#### **D.-Geomorfología.**

Morfológicamente la cuenca está ubicada en la Cordillera Andina, En base a ello se explica los grandes procesos geodinámicos formadores del relieve.

La morfogénesis de la Cordillera Andina ha pasado por dos grandes procesos relevantes. El primero, originado por fuerzas endógenas correspondientes a fases tectónicas de levantamiento, hundimiento, y plegamiento, las cuales dieron lugar

al nacimiento de zonas de gran altitud (edificio cordillerano), y depresiones intramontañosas. El segundo está relacionado a los intensos procesos denudativos, los cuales modelaban las zonas relativamente altas generando depósitos sedimentarios que eran transportados por los sistemas fluviales originados durante el levantamiento andino. Estos sedimentos se acumularon al borde de las laderas formando relieves poco accidentados que seguían el alineamiento de los relieves andinos.

Mientras tanto, a consecuencia del levantamiento andino en el sector nororiental del departamento, se originaba una gran zona depresionada o llamada también megacuencía de sedimentación. Esta era rellenada por la acumulación de sedimentos provenientes de las zonas cordilleranas producto de las fuerzas exógenas (erosión y meteorización) que actuaban con gran intensidad. (Informe temático de geomorfología, ZEE Alto Mayo-2007).

#### **E.-Sismología.**

Los sismos se consideran parte de los fenómenos naturales más destructivos, ocasionando pérdidas de vidas humanas y materiales, El Perú se encuentra en una de las regiones de más alta sismicidad que existe sobre la tierra, siendo la región nor-oriental del Perú, la cuenca alta del río Mayo, catalogada como zona altamente sísmica y con intensidades máximas observadas de grado X en la escala de Mercalli Modificada (Kuroiwa y Deza, 1968).

El 29 de mayo de 1990, a las 9:34 p.m. (hora local) ocurrió un sismo de magnitud 6,4 en la escala de Richter, con epicentro al sur de Rioja en las cercanías de Pucatambo, siendo las ciudades de Moyobamba Rioja, Nueva Cajamarca y Soritor las más afectadas. En la cuenca Alto Mayo se ha localizado siete zonas de peligrosidad sísmica que afectaron las áreas urbanas como Moyobamba, Rioja y los establecidos en el Valle de la Conquista.

Paralelamente, en este territorio se han producido intensos procesos pedogenéticos que dieron origen a la gran variedad de suelos, los cuales han

tenido, a su vez, influencia en la diversidad de la vegetación y hábitats, (Microzonificación sísmica de la ciudad de Moyobamba 1992- José Luis Lara Montani, Jorge E, Alva Hurtado).

#### **F.- Topografía y suelos.**

Los suelos ubicados en zonas adyacentes a los ríos principales, como el Mayo, Yuracyacu y Tónchima, son los que presentan mayor fertilidad natural por su origen aluvial reciente. Los suelos ubicados en terrazas altas, lomadas y colinas bajas son ácidos y de baja fertilidad natural. Los suelos de ladera de montaña son superficiales y con fuerte pendiente que limitan su uso.

Topográficamente, la cuenca del Alto Mayo comprende un valle amplio que se encuentra a ambos márgenes del río Mayo, de terrenos planos, ondulados, colinas altas y terrenos montañosos en la cual se distingue dos tipos de paisajes: Un gran paisaje de llanura aluvial enmarcado entre dos cadenas de montañas, una dominante en el extremo Nor-oriental denominada cordillera Cahuapanas, conformado principalmente por areniscas; y la otra llanura de colmatación hacia el sector sur-occidental, cuya litología está conformada por calizas muy antiguas.

La llanura aluvial se caracteriza por presentar topografía plana, son suelos de moderada fertilidad y calidad agrológica, profundos, estratificados y de texturas contrastantes asociados con suelos limitados en profundidad por capas de texturas finas, algo impermeables, además son sujetos de inundación.

La llanura de colmatación se ubica generalmente a la margen derecha del río Mayo, se caracteriza por ser la zona donde se aprecia la mayor actividad agropecuaria.

Según estudios realizados por la Oficina Nacional de Recursos Naturales (ONREN, 1982), en el valle se encuentran tres tipos de suelo:

- **Suelos aluviales recientes.**

Se localizan a ambos márgenes del río Mayo y de sus principales afluentes, formando terrazas bajas planas, angostas y sujetas a inundaciones periódicas o eventuales; por lo tanto son suelos con drenaje imperfecto.

En zonas de cauce mayores, los suelos son profundos de textura variable de pH neutro y de mayor calidad que los anteriores. Su potencialidad de uso se orienta principalmente a cultivos adaptados a la zona.

- **Suelos antiguos.** Se encuentran en las terrazas medias, lomadas y colinas bajas, Son suelos potencialmente aptos para el desarrollo de cultivos permanentes (plátano, yuca, café, cacao, frutales, etc.) y pastos cultivados adaptados a las condiciones del medio; sobre todo en las áreas con pendientes superiores a 25%. En cambio, las colinas con pendientes superiores a 25% son aptos para plantaciones forestales, encontrándose suelos de profundidades medias y superficiales permeabilidad y fertilidad entre moderada a escasa y pH entre ácido y con alto contenido de aluminio.
- **Suelos residuales.** Se ubica principalmente a ambos lados de la llanura sedimentaria del valle del Alto Mayo, abarcando suelos de colinas altas y terrazas montañosas con pendiente mayores a 50%.

#### **G.- Relieve.**

El Alto Mayo presenta un relieve con gran variedad de formas, entre las que destacan las zonas montañosas con diversas características de pendiente y altitud ubicadas en los extremos del área en estudio, Asimismo, la acción dinámica del río Mayo y de sus tributarios ha desarrollado relieves relativamente planos a ondulados en algunos sectores ubicada en la parte central de la cuenca; (Ver Anexo).

#### **H.- Fisiografía.**

El Alto Mayo presenta una fisiografía bastante heterogénea, la misma que se caracteriza por presentar geoformas definidas por las características del macrorelieve y el macroclima, que permitió identificar una provincia



fisiográfica (la cordillera Andina), dos unidades climáticas y cuatro grandes paisajes.

**La cordillera andina** (791 468 ha, 99,68 %); incluye dos unidades climáticas:

- Tierras frías per húmedas con temperaturas de 3° a 6 ° , con precipitación media anual de 1,750 a 1800 mm, ubicadas a altitudes de 2,500 a 4,500 m,s,n,m. Consta de un gran paisaje de relieve montañoso (15 840 ha, 1,99 %), constituido por un paisaje de montañas altas y dos subpaisajes definido por su pendiente.
- Tierras cálido templado (775 628 ha; 97,68 %), con temperatura que varía de 14,5° a 25° C, precipitación que varía de 500 a 4,000 mm, ubicadas a altitudes de 500 a 3,500 m,s,n,m. Comprende tres grandes paisajes:
  - Relieve montañoso (Cordillera Oriental) (191 050 ha; 24,06 %), consta de un paisaje de montañas altas con tres subpaisaje definidos por la pendiente.
  - Relieve montañoso y colinado (Cordillera Sub-Andina); (441 460 ha; 55,60%), consta de siete paisajes, abarca desde terrazas medias hasta montañas altas, las mismas que incluye 19 subpaisajes determinados por la pendiente, patrón de drenaje y grado de disección.
  - Relieve plano-ondulado; (100 473 ha; 12,65%), Conformado por dos paisajes de terrazas altas y medias; la misma que incluye siete subpaisajes determinado por el grado de disección y el patrón de drenaje.
  - Llanura aluvial del río Mayo y afluentes, (42 645 ha; 5,37 %) incluye tres paisajes que abarca desde islas hasta terrazas bajas, las mismas que están definidas por el patrón de drenaje,(Informe Temático de Fisiografía, ZEE Alto Mayo-2007).

### **3.1.2.2 Medio biológico.**

#### **A.-Vegetación.**

La vegetación de la cuenca del Alto Mayo está conformada por la variedad de asociaciones y comunidades vegetales que cubren la planicie del gran valle del río Mayo y las montañas de la cordillera sub andina y cordillera oriental, La

diversidad vegetal incluye las especies sin flores (criptógamas como las algas, hongos, musgos y helechos) y con flores de monocotiledóneas y dicotiledóneas, que crecen en sus formas acaules y caulinarias de hierbas, enredaderas, bejucos, arbustos, árboles, epifitos y hemiepipifitos, parásitos y hemiparásitos que aprovechan los amplios espacios de terrazas, colinas y montañas, y las grietas rocosas y acumulaciones de suelos entre las pendientes, definiendo hábitat y microecosistemas complejos.

La diversidad, variedad y complejidad de la flora y vegetación en el territorio de la cuenca con 794 030 ha, es debido a la complejidad del modelado fisiográfico como resultado de las influencias de los factores eco-geográficos (como la geología, fisiografía, hidrografía, suelos, clima), que ofrecen los substratos óptimos para las adaptaciones de las especies y sus comunidades interrelacionadas con la altitud. Esto explica por la ubicación latitudinal tropical, entre 5°30' hasta 8°30' L, S, y la variabilidad altitudinal, la distribución “azonal” de la diversidad florística y la vegetación, es debido a las influencias de los factores altitudinales y climáticos.

Florísticamente, en la cuenca del Alto Mayo se estima la presencia de más de 200 especies endémicas, A escala de mesozonificación se pueden diferenciar dos grandes grupos de paisajes, con caracteres de formaciones vegetales “relictos” de fisionomía boscosa, arbustiva y matorrales en las terrazas adyacentes al río Mayo, y las montañas andinas y sub andina, las que en la actualidad quedan como formaciones remanentes. (Informe temático de vegetación, ZEE Alto Mayo-2007).

## **B.-Fauna.**

En la cuenca del Alto Mayo existe una hermosa y variada fauna silvestre:

- Aves: alrededor de 168 especies, resalta el gavián tijereta, la pava de monte, manacaraco, paucar, flautero, tucán, patos, loros, carpintero, etc.
- Mamíferos: mono coto, armadillo, ardillas, ratas, tigrillo, huangana, venado rojo, venado cenizo.
- Especies en peligro de extinción: mono choro de cola amarilla y guacharo.

- Especies en situación vulnerable: machín negro, machín blanco, oso bandera, armadillo gigante, oso de anteojos, jaguar, cóndor real, gallito de las rocas.

### **C.- Ecosistema.**

Ecológicamente el valle del Alto Mayo, de acuerdo al mapa ecológico del Perú elaborado por la Oficina Nacional de Recursos Naturales (ONERN, 1976) en base a zonas de vida o formaciones vegetales del mundo de L, R, Holdridge, existen 05 formaciones geológicas y 02 zonas transicionales.

- Las formaciones geológicas les corresponden a:
  - Bosque húmedo premontano tropical.
  - Bosque muy húmedo premontano tropical.
  - Bosque pluvial montano bajo tropical.
  - Bosque muy húmedo montañoso bajo tropical.
  - Bosque pluvial montano tropical.
- Las zonas transicionales les corresponden a:
  - Bosque húmedo premontano tropical transicional a bosque húmedo premontano tropical.
  - Bosque muy húmedo montano bajo tropical transicional a bosque pluvial montano tropical (PEAM, 1992).

- **Ecosistemas hidromorfos.**

Los ecosistemas hidromorfos en el Alto Mayo se presentan generalmente a los márgenes del río Mayo y en mayor escala en la naturaleza hidromórfica llamado localmente "aguajales" por la abundancia de la palmera llamada Aguaje (*Maurina Spp*), Esta formación presenta un relieve plano a depresionado constituido por materiales geológicos pertenecientes al cuaternario antiguo pleistoceno. Presentan napas freáticas casi superficiales que afloran gran parte del año (PEAM, 1992).

- **Ecosistemas Ribereños.**

Comprende el escenario ribereño del curso del río Mayo y Avisado, El relieve topográfico es de suave a plano y homogéneo desde el punto de vista geológico. Está conformado por sedimentos recientes del cuaternario holoceno a base de arenas y gravas de espesores variables; en consecuencia,

los suelos se caracterizan por ser de profundidad y morfologías variadas, estratificados sin mayor evolución genética y de buen drenaje (PEAM, 1992).

- **Ecosistemas de Terrazas Medias y Lomadas.**

En este ecosistema predomina la asociación clímax del bosque húmedo premontano tropical, El relieve es variado entre 20% y 50% lo que adicionado a las características pluviales de la zona y a la naturaleza de los materiales litológicos, los hacen muy susceptibles a la erosión hídrica. Geológicamente está conformado por sedimentos del cuaternario y el terciario superior.

El escenario edáfico se caracteriza por presentar suelos relativamente profundos derivados de areniscas y son de naturaleza ácida con pH de 4,0 - 5,5, baja saturación de base elevada saturación de aluminio (PEAM, 1992),

- **Ecosistemas de Terrazas Bajas.**

Este ecosistema abunda en la margen derecha del río Mayo donde se ubican los poblados de Yuracyacu, San Fernando, Nueva Cajamarca, entre otros declives no mayores al 2%, construyendo las terrazas bajas intermedias. Geológicamente represente sedimentos profundos del cuaternario reciente (holoceno) a base de arenas, gravilla y materiales más finos (PEAM, 1992).

- **Ecosistemas de Colinas Bajas.**

Esta formación constituye la formación clímax de la zona de vida bosque húmedo premontano tropical (bh-ph).

Abarca áreas distribuidas en las dos márgenes del río Mayo, algunas constituyen áreas de bosque intervenidos mayormente bajo una explotación selectiva (PEAM, 1992).

### **3.1.2.3. Medio socioeconómico.**

#### **A.-Uso actual de las tierras.**

De acuerdo a la interpretación satelital obtenida por el área forestal del programa de ordenamiento ambiental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, en la cuenca del Alto Mayo en el departamento de San Martín, existen alrededor de 270,969 hectáreas de tierras deforestadas, equivalente al 34,1% de la superficie total de la cuenca, Se distribuyen principalmente alrededor de las ciudades y centros poblados, márgenes de los

ríos y áreas adyacentes a las vías carrozables y caminos de herradura, Ocupando preferentemente terrazas planas, así como lomadas, colinas y hasta laderas de montaña con más de 35% de pendiente.

Las estadísticas muestran que la superficie trabajada durante la campaña agrícola 2014-2015 alcanzó a 75,742 has. Las actividades más importantes corresponden a los cultivos de arroz (22,891 ha), pastos (23,049 has), café (19,500 ha) y plátano (4,450 ha); además se cultivan diversas especies de frutales y cultivos anuales que en conjunto suman 5,852 has, Con la información acopiada a nivel de distrito y la fácil delimitación del cultivo de arroz bajo riego por su refracción en las imágenes de satélite, ha hecho posible identificar en el área de estudio cuatro unidades productivas, a las que hemos denominado como:

- Frente productivo de predominio arrocero.
- Frente productivo de predominio cafetalero.
- Frente productivo de predominio ganadero.
- Frente productivo de predominio de agricultura diversificada.

#### **B.-Población actual y configuración espacial.**

La población actual asciende aproximadamente a 250 mil habitantes, distribuidos en 340 centros poblados pertenecientes a 5 provincias (Moyobamba, Rioja, Lamas, El Dorado y Rodríguez de Mendoza) y 20 distritos.

Una parte importante de la población es inmigrante proveniente de los departamentos vecinos como Cajamarca, Amazonas, Piura y Lambayeque principalmente, Las migraciones que se dan mayormente hacia las zonas rurales hacen que en la cuenca ocurran dos fenómenos peculiares: La ruralización y una alta tasa de densificación poblacional.

Este desarrollo demográfico se explica relativamente fácil en los casos de los pueblos Aguas Clara, Aguas Verdes y Naranjos, porque estos centros poblados son los primeros a donde llegan los inmigrantes subiendo al valle del Alto Mayo

por la Costa, Además, en esta zona se encuentran muchos cafetales, algunos de aquellos dentro del área protegida también, aprovechando de programas de fomento específico (véase Kastl 2000 con una evaluación breve del programa ADEX), lo que resulta en aumento de la demanda de mano de obra. Los casos de Yorongos y Yantaló, localizados en la parte sur del valle, relativamente lejos del eje principal de los flujos migratorios, requieren otra explicación.

Gierhake (2002), hace el siguiente análisis de las procedencias de los inmigrantes, según el censo agropecuario 1994:

- El 57% de los habitantes del valle de Alto Mayo llegaron del departamento de Cajamarca.
- El 16,5% de otras provincias del departamento de San Martín.
- El 14,5% del departamento del Amazonas.
- El 8,5% del departamento de Piura.
- El 3,5% del departamento de Lambayeque.

**Tabla 4. Población del área de estudio según distritos.**

<b>COD, DE DISTRITO</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>POBLACIÓN 1999</b>	<b>POBLACIÓN 2002</b>
220804	NUEVA CAJAMARCA	RIOJA	34,449	37,814
220803	ELIAS SOPLÍN VARGAS	RIOJA	5,456	5,637
220802	AWAJUN	RIOJA	3,380	3,525
220809	YURACYACU	RIOJA	5,526	5,799
220805	PARDO MIGUEL	RIOJA	10,668	11,141
220807	SAN FERNANDO	RIOJA	4,768	4,929
220806	POSIC	RIOJA	1,105	1,145
220808	YORONGOS	RIOJA	2,832	2,994
220801	RIOJA	RIOJA	24,027	25,378
220103	HABANA	MOYOBAMBA	1,436	1,493
220105	SORITOR	MOYOBAMBA	13,831	14,612
220104	JEPELACIO	MOYOBAMBA	22,326	24,664
220106	YANTALÓ	MOYOBAMBA	2,333	2,463
220102	CALZADA	MOYOBAMBA	4,235	4,461

220101	MOYOBAMBA	MOYOBAMBA	50,873	54,068
220502	ALONSO DE ALVARADO	LAMAS	9,907	10,479
220506	PINTO RECODO	LAMAS	12,100	13,128
220510	TABALOSOS	LAMAS	11,796	12,184
220303	SAN MARTIN	EL DORADO	5,366	5,685
010612	VISTA ALEGRE	RODRIGUEZ DE MENDOZA	295	326
<b>TOTAL</b>			<b>226,709</b>	<b>241,925</b>

Fuente: Propuesta de Meso Zonificación Ecológica y Económica de la Cuenca del Alto Mayo- 2007.

### C.-Servicios sociales.

El acceso a los servicios básicos como el agua, desagüe y energía eléctrica constituye otro indicador para la medición de las condiciones de vida de la población. En particular, el acceso a los servicios de agua potable y desagüe tiene un efecto preventivo importante para la conservación de la salud.

- **Servicios de agua.**

En los distritos de la cuenca del Alto Mayo, el 51% de los hogares no tiene instalación de agua de ningún tipo (sea pozo o agua entubada) dentro de la vivienda, este porcentaje es muy similar a las otras zonas rurales del país.

En la zona rural, la fuente principal de abastecimiento de agua es el río o pozo, el 72,4% de los hogares del ámbito del estudio consumen agua de esta fuente. En ciertas áreas rurales, instituciones del estado y algunos municipios locales han promovido la construcción de pozos para la extracción de agua con fines de consumo humano. Actualmente cerca del 20% de hogares, además de agua del río, consume agua proveniente de estos pozos.

- **Servicio de alcantarillado**

Respecto al servicio de desagüe, solo el 16% de los hogares de la zona estudiada dispone de este servicio conectado dentro de la vivienda; el 32,8% elimina sus excretas en pozos asépticos o ciegos; el 8,3% tiene desagüe conectado a acequias; y el 11,2% no dispone de ningún sistema de desagüe. En el área rural, el 33,7% de los hogares elimina sus excretas en pozos asépticos

y/o ciegos, el 8% dispone de desagüe conectado a acequias y el 57,8 % no dispone de ningún tipo de eliminación de excretas.

- **Alumbrado eléctrico.**

Si bien en la zona urbana la mayoría de los hogares acceden al servicio de alumbrado eléctrico, en los centros poblados rurales este servicio es muy eventual, En general, sólo el 35% de los hogares accede a este servicio. En relación a las otras regiones del país, los servicios de alumbrado eléctrico en la zona del Alto Mayo tiene una cobertura bastante limitada, en las zonas urbanas de la costa y sierra del país más del 90% de los hogares acceden a este servicio, mientras que en la zona de estudio el porcentaje es inferior (menos del 80%). Del mismo modo, en el área rural de la costa y sierra el porcentaje de hogares con acceso al servicio de alumbrado eléctrico oscila alrededor del 30%, mientras que en la zona de estudio es más baja.

**Tabla 5. Cobertura de los servicios básicos según distritos.**

CÓDIGO DE DISTRITO	DISTRITO	SERVICIOS BÁSICOS		
		% Pobl, sin agua	% Pobl, sin desagüe	% Pobl, sin electricidad
220804	NUEVA CAJAMARCA	73,57	94,50	74,80
220803	ELIAS SOPLIN VARGAS	18,21	99,90	99,00
220802	AWAJUN	71,41	99,40	75,03
220809	YURACYACU	94,63	58,68	52,80
220805	PARDO MIGUEL	13,15	59,57	98,90
220807	SAN FERNANDO	90,90	96,70	98,70
220806	POSIC	97,00	100,00	0,00
220808	YORONGOS	11,02	100,00	81,80
220801	RIOJA	53,60	79,40	39,23
220103	HABANA	0,00	99,70	51,40
220105	SORITOR	82,48	99,50	54,80
220104	JEPELACIO	47,33	90,50	71,88
220106	YANTALO	70,50	99,80	11,29
220102	CALZADA	45,30	89,10	51,40
220101	MOYOBAMBA	30,39	64,40	51,10
220502	ALONSO DE ALVARADO	38,57	98,00	60,94



220506	PINTO RECODO	80,11	100,00	97,30
220510	TABALOSOS	38,28	93,40	70,20
220303	SAN MARTIN	67,31	100,00	97,90
010612	VISTA ALEGRE	0,00	100,00	97,90
<b>TOTAL</b>		<b>51,59</b>	<b>84,47</b>	<b>65,38</b>

Fuente: Propuesta de Meso Zonificación Ecológica y Económica de la Cuenca del Alto Mayo-2007.

#### **D.- Frentes socioculturales.**

La cultura de una sociedad o una civilización, tomada en su amplio sentido etnográfico, es el complejo de conocimientos, creencias, artes, convenciones morales, derechos, costumbres y cualesquiera otras aptitudes y hábitos que la persona adquiere como miembro de esa sociedad,

Aun cuando la configuración sociocultural de la cuenca del Alto Mayo es sumamente compleja, pueden distinguirse al interior de ella cuatro grandes patrones socioculturales: 1) el patrón sociocultural de los pueblos indígenas amazónicos; 2) el patrón sociocultural mestizo regional; 3) el patrón sociocultural colono-migrante; y, 4) el patrón sociocultural urbano (Propuesta de Meso Zonificación Ecológica y Económica de la Cuenca del Alto Mayo-2007).

#### **E.- Migración.**

A nivel de todo el Alto Mayo, el mayor porcentaje de población se registra en los distritos de Nueva Cajamarca, Rioja, Pardo Miguel, Yuracyacu y San Fernando en las provincia de Rioja y Moyobamba, distritos de Jepelacio, Soritor, Calzada en la Provincia de Moyobamba.

El fenómeno migratorio originó la ocupación desordenada, iniciando la explotación selectiva de las maderas de alto valor comercial primero y luego talando y quemando los bosques remanentes para implantar una agricultura de subsistencia en las partes bajas y planas del amplio valle y, posteriormente, en las laderas de fuerte pendiente en el bosque de Protección del Alto Mayo.

#### **F.- Problemática ambiental.**

A raíz de la apertura de la carretera marginal Fernando Belaúnde, que en la actualidad une al departamento de San Martín y la costa vía Olmos – Corral Quemado, ha experimentado un fuerte crecimiento poblacional migratorio desde la década de los 80, registrando una tasa de migración neta de 9,0 % desde el año 1988 a 1993 (fuente INEI-1993), factor principal que en estas dos últimas décadas se haya modificado el espacio territorial, como consecuencia del asentamiento desordenado de la población, el cual devino en una masiva deforestación, al ampliarse la frontera agrícola. Inicialmente las partes bajas o planas, fueron destinadas a actividades agrícolas como el cultivo del arroz bajo el sistema de riego y, posteriormente, una mayor intervención agrícola en las partes altas para la producción del café convencional, Si bien es cierto que el desarrollo de estas actividades trajo inicialmente bienestar económico al valle del Alto Mayo, por las oportunidades que encontró la población inmigrante de la sierra norte peruana, en la actualidad se evidencia el costo del deterioro ambiental que los pobladores de esta parte del país están experimentando. Por contaminación de los suelos y ríos, por el uso de agroquímicos en los cultivos principales como el arroz y café, así como por el agotamiento de los nutrientes del suelo agrícola, por la falta de prácticas de conservación de suelos (rotación de cultivos). El deterioro ambiental por la tala indiscriminada de los bosques (se estima que en la región San Martín se deforestan 63 387 has anuales), tiene un impacto negativo en la pérdida de la gran diversidad de la flora y fauna, ocasionando derrumbes y disminución de la napa freática, fuente abastecedora de las quebradas y ríos, poniendo en riesgo el abastecimiento del recurso agua para consumo humano.

El valle del Alto Mayo en su conjunto viene experimentando un acelerado desarrollo en sus actividades económicas, así como en crecimiento poblacional, por lo que se debe generar condiciones de desarrollo sostenible para dar solución a temas de empleo, salud, educación, seguridad ciudadana y vivienda, actividades que contribuyen a incrementar el deterioro ambiental, por la mayor emanación de gases como el NOx SOx, y el manejo inadecuado de los desechos o residuos sólidos.

Es de vital importancia que los gobiernos locales y el regional cuenten con mayor autonomía en el manejo y uso de nuestros recursos naturales, de tal forma que las concesiones forestales, exploración y explotaciones mineras cumplan con la legislación establecida y los estándares internacionales sobre preservación y conservación ambiental como patrimonio de la humanidad.

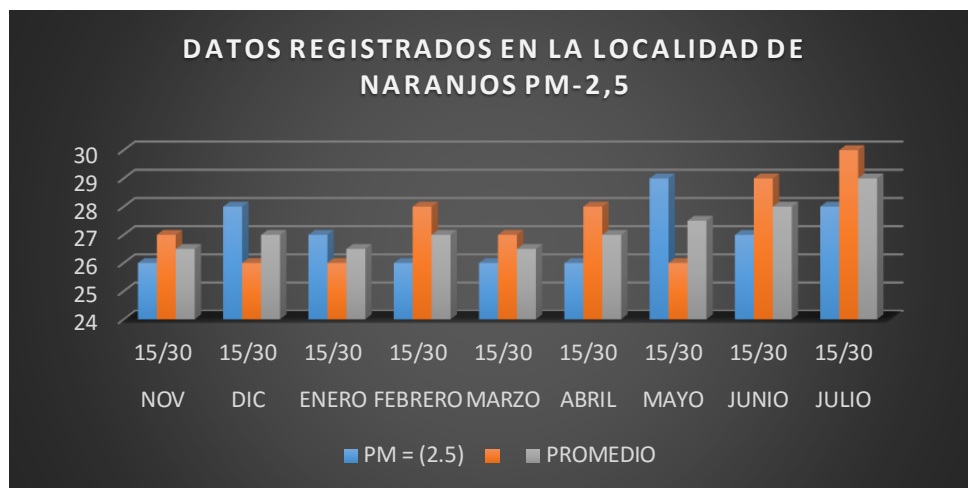
### 3.1.3. Resultados PM-2,5 según localidad de estudio.

#### A.- Localidad de Naranjos.

**Tabla 6. Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Naranjos durante el periodo de muestreo.**

MES	DIAS	PM = (2,5) (ug/m <sup>3</sup> )		PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
NOV	15/30	26	27	25,5
DIC	15/30	28	26	24,5
ENERO	15/30	27	26	26,5
FEBRERO	15/30	26	28	25,5
MARZO	15/30	26	27	24,5
ABRIL	15/30	26	28	26,5
MAYO	15/30	27	29	28,0
JUNIO	15/30	28	30	27,5
JULIO	15/30	29	30	29,5

Fuente: Registro monitoreo localidad de Naranjos.



**Figura 1. Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Naranjos.**

Fuente: Registro monitoreo localidad de Naranjos.

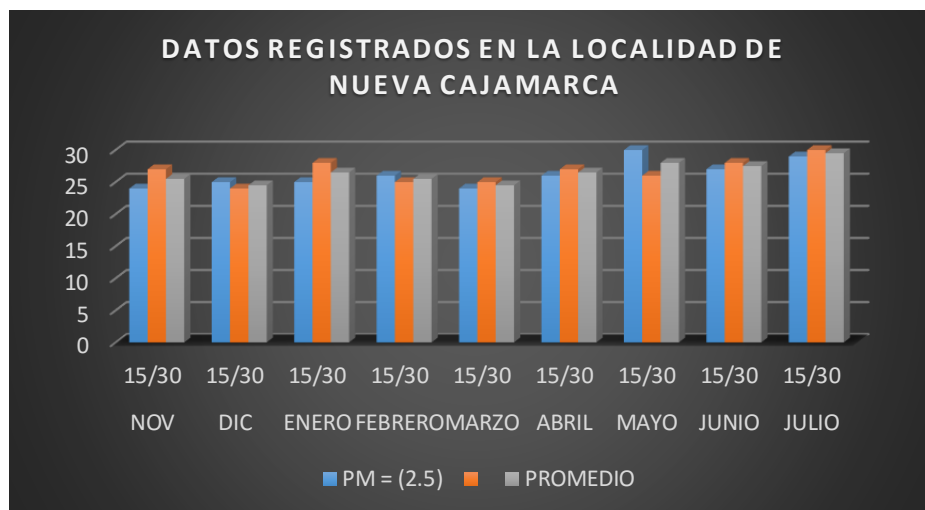
En la tabla 6 y Figura 1 se observa que el valor máximo de concentración de PM-2,5 en la localidad de Naranjos se presenta en el mes de julio con un promedio de 29,0 ug/m<sup>3</sup>, y con mínima concentración en los meses de noviembre, enero y marzo con un promedio de 26,5 ug/m<sup>3</sup> respectivamente. Podemos darnos cuenta también que en todos los meses, el promedio excede a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

#### B.- Localidad de Nueva Cajamarca.

**Tabla 7. Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Nueva Cajamarca durante el periodo de muestreo.**

MES	DIAS	PM = (2,5) (ug/m <sup>3</sup> )		PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
NOV	15/30	24	27	25,5
DIC	15/30	25	24	24,5
ENERO	15/30	25	28	26,5
FEBRERO	15/30	26	25	25,5
MARZO	15/30	24	25	24,5
ABRIL	15/30	26	27	26,5
MAYO	15/30	30	26	28,0
JUNIO	15/30	27	28	27,5
JULIO	15/30	29	30	29,5

Fuente: Registro monitoreo localidad de Nueva Cajamarca.



**Figura 2. Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Nueva Cajamarca.**

Fuente: Registro monitoreo localidad de Nueva Cajamarca.

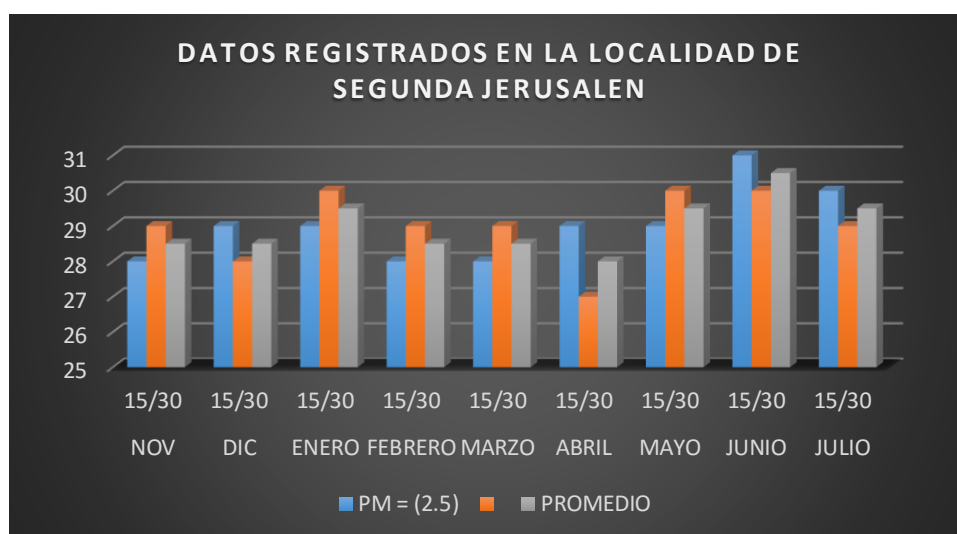
En la tabla 7 y figura 2 se observa que el valor máximo de concentración de PM-2,5 en la localidad de Nueva Cajamarca se presenta en el mes de julio con un promedio de 29,5 ug/m<sup>3</sup>, y con mínima concentración en los meses de diciembre y marzo con un promedio de 24,5 ug/m<sup>3</sup> respectivamente. Podemos darnos cuenta también que los dos meses se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire de 25 ug/m<sup>3</sup>. En los demás meses se superan los ECAs

### C.- Localidad de Segunda Jerusalén.

**Tabla 8. Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Segunda Jerusalén durante el periodo de muestreo.**

MES	DIAS	PM = (2,5) (ug/m <sup>3</sup> )		PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
NOV	15/30	28	29	28,5
DIC	15/30	29	28	28,5
ENERO	15/30	29	30	29,5
FEBRERO	15/30	28	29	28,5
MARZO	15/30	28	29	28,5
ABRIL	15/30	29	27	28,0
MAYO	15/30	29	30	29,5
JUNIO	15/30	31	30	30,5
JULIO	15/30	30	29	29,5

Fuente: Registro monitoreo localidad de Segunda Jerusalén.



**Figura 3. Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Segunda Jerusalén.**

Fuente: Registro monitoreo localidad de Segunda Jerusalén.

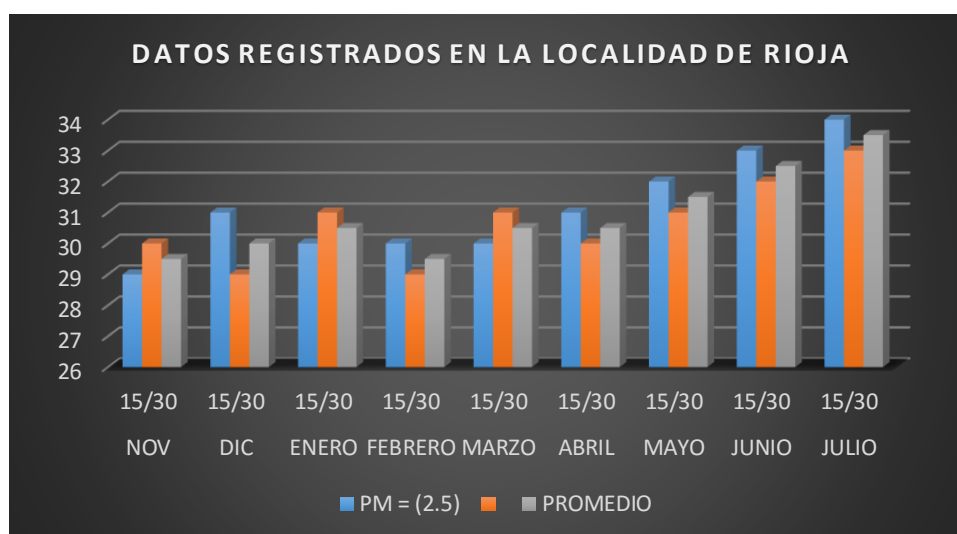
En la tabla 8 y figura 3 se observa que el valor máximo de concentración de PM-2,5 en la localidad de Segunda Jerusalén se presenta en el mes de junio con un promedio de 30,5 ug/m³, y con mínima concentración en el mes de abril con un promedio de 28,0 ug/m³. Podemos darnos cuenta también que en todos los meses el promedio excede a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire de 25 ug/m³.

#### D.- Localidad de Rioja.

**Tabla 9. Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Rioja durante el periodo de muestreo.**

MES	DIAS	PM = (2,5) (ug/m³)		PROMEDIO (ug/m³)
NOV	15/30	29	30	29,5
DIC	15/30	31	29	30,0
ENERO	15/30	30	31	30,5
FEBRERO	15/30	30	29	29,5
MARZO	15/30	30	31	30,5
ABRIL	15/30	31	30	30,5
MAYO	15/30	32	31	31,5
JUNIO	15/30	33	32	32,5
JULIO	15/30	34	32	33,0

Fuente: Registro monitoreo localidad de Rioja.



**Figura 4. Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Rioja.**

Fuente: Registro monitoreo localidad de Rioja.

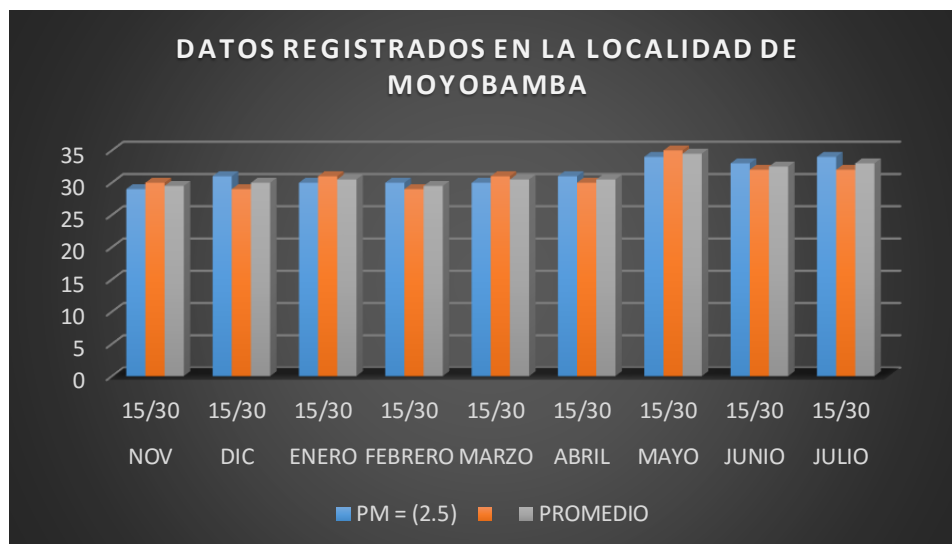
En la tabla 9 y figura 4 se observa que el valor máximo de concentración de PM-2,5 en la localidad de Rioja se presenta en el mes de julio con un promedio de 33,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y con mínima concentración en los meses de noviembre y febrero con un promedio de 29,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente. Podemos darnos cuenta también que en todos los meses, el promedio excede a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire de 25  $\mu\text{g}$ .

#### E.- Localidad de Moyobamba.

**Tabla 10. Datos resumen obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Moyobamba durante el periodo de muestreo.**

MES	DIAS	PM = (2,5) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
NOV	15/30	30	31	30,5
DIC	15/30	32	31	31,5
ENERO	15/30	33	32	32,5
FEBRERO	15/30	30	33	31,5
MARZO	15/30	31	32	31,5
ABRIL	15/30	30	33	31,5
MAYO	15/30	34	35	34,5
JUNIO	15/30	33	34	33,5
JULIO	15/30	34	35	34,5

Fuente: Registro monitoreo localidad de Moyobamba.



**Figura 5. Nivel de concentración de PM-2,5 durante el periodo de muestreo en la localidad de Moyobamba.**

Fuente: Registro monitoreo localidad de Moyobamba.

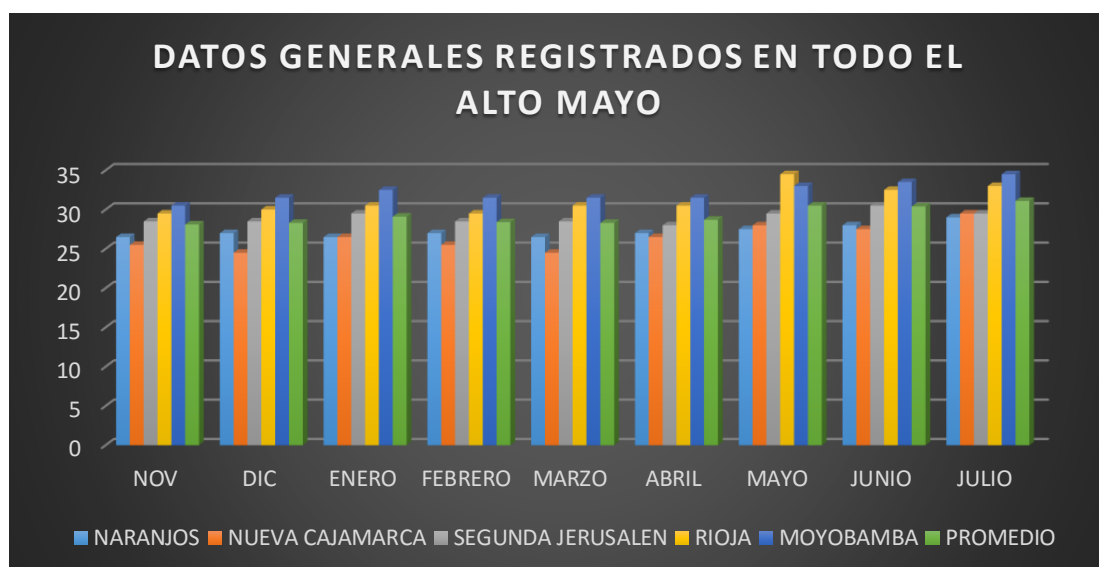
En la tabla 10 y figura 5 se observa que el valor máximo de concentración de PM-2,5 en la Localidad de Moyobamba se presenta en los meses de mayo y julio con un promedio de 34,5 ug/m<sup>3</sup>, y con mínima concentración en el mes de noviembre con un promedio de 30,5 ug/m<sup>3</sup>. Podemos darnos cuenta también que en todos los meses el promedio excede a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla N° 11. Datos promedio generales mensuales registrados en el ámbito de estudio.**

Meses	Naranjos (ug/m <sup>3</sup> )	Nueva Cajamarca (ug/m <sup>3</sup> )	Segunda Jerusalén (ug/m <sup>3</sup> )	Rioja (ug/m <sup>3</sup> )	Moyobamba (ug/m <sup>3</sup> )	Promedio (ug/m <sup>3</sup> )
NOV	26,5	25,5	28,5	29,5	30,5	28,1
DIC	27,0	24,5	28,5	30,0	31,5	28,3
ENERO	26,5	26,5	29,5	30,5	32,5	29,1
FEBRERO	27,0	25,5	28,5	29,5	31,5	28,4
MARZO	26,5	24,5	28,5	30,5	31,5	28,3
ABRIL	27,0	26,5	28,0	30,5	31,5	28,7
MAYO	27,5	28,0	29,5	31,5	34,5	30,2
JUNIO	28,0	27,5	30,5	32,5	33,5	30,4
JULIO	29,0	29,5	29,5	33,0	34,5	31,1

Fuente: Registro de puntos de monitoreo.





**Figura 6. Datos promedio generales mensuales registrados en el ámbito de estudio.**

Fuente: Registro de puntos de monitoreo.

En la tabla 11 y Figura 6 se observa que el valor máximo de concentración registrado de manera general en todo el Alto Mayo de PM-2,5 está presente en el mes de Julio con un promedio de 31,1 ug/m³ y con mínima concentración en el mes de noviembre con un promedio de 28,1 ug/m³. Se puede evidenciar que tanto el valor máximo como mínimo superan los ECAs para aire, el cual es de 25 ug/m³.

### 3.1.4. Resultados comparativos de PM-2,5 con el estándar de calidad – ECA aire.

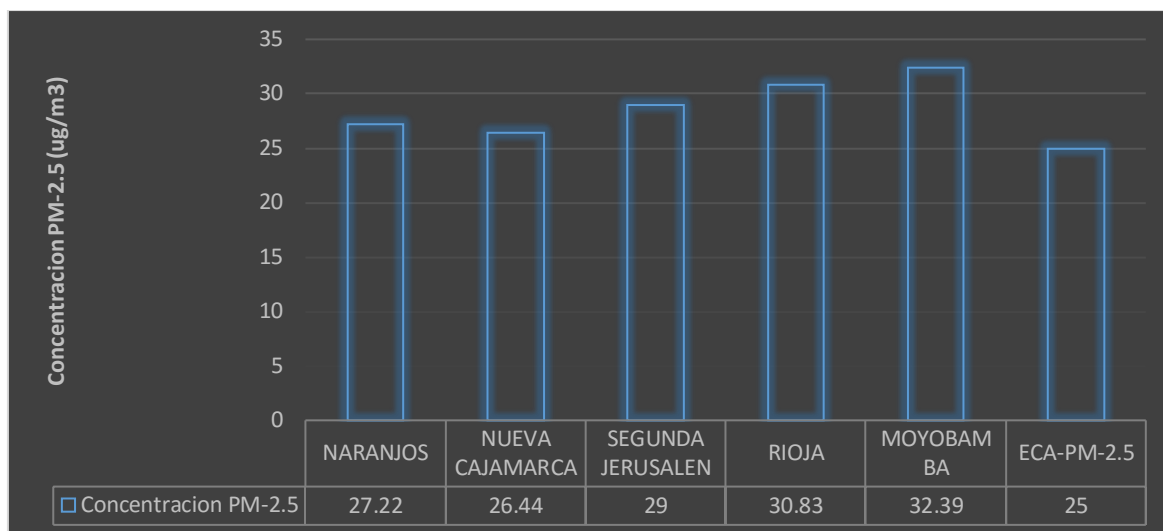
Mediante Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, el Ministerio del Ambiente aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para aire, en la cual establece un valor de 25 ug/m³ como concentración máxima para PM-2,5. Para el presente trabajo se hace la comparación con los datos promedio registrados por cada localidad durante el periodo de estudio teniendo lo siguiente:

**Tabla 12. Datos promedio generales por localidad registrados en el ámbito de estudio.**

Meses	Naranjos (ug/m³)	Nueva Cajamarca (ug/m³)	Segunda Jerusalén (ug/m³)	Rioja (ug/m³)	Moyobamba (ug/m³)
NOV	26,5	25,5	28,5	29,5	30,5
DIC	27,0	24,5	28,5	30,0	31,5
ENERO	26,5	26,5	29,5	30,5	32,5
FEBRERO	27,0	25,5	28,5	29,5	31,5
MARZO	26,5	24,5	28,5	30,5	31,5
ABRIL	27,0	26,5	28,0	30,5	31,5

MAYO	27,5	28,0	29,5	31,5	34,5
JUNIO	28,0	27,5	30,5	32,5	33,5
JULIO	29,0	29,5	29,5	33,0	34,5
PROMEDIO	27,22	26,44	29,00	30,83	32,39

Fuente: Registro de puntos de monitoreo.



**Figura 7. Datos generales promedio por localidad registrados en el ámbito de estudio.**

Fuente: Registro de puntos de monitoreo.

En la tabla 12 y figura 7 se puede observar que comparativamente en todas las localidades motivo de estudio se excede el Estándar de Calidad Ambiental para aire (PM-2,5) que es 25 ug/m<sup>3</sup>. La localidad de Moyobamba registra el mayor valor de PM-2,5 que es 32,39 ug/m<sup>3</sup> y la localidad de Nueva Cajamarca registra el menor valor con 26,44 ug/m<sup>3</sup>.

### 3.2. DISCUSIONES.

- ✓ Como se puede observar en la tabla 6 y figura 1, los valores obtenidos de PM-2,5 en la localidad de Naranjos tanto a nivel máximo y mínimo se tiene 29 y 26,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente de acuerdo a estos resultados el 100 % de los monitoreos realizados supera la norma peruana establecida por el Ministerio del Ambiente para los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , esto demuestra el problema existente en esta localidad lo que indica que la calidad del aire relacionada con las concentraciones de PM-2,5 es mala.
- ✓ En la localidad de Nueva Cajamarca de acuerdo a la tabla 7 y figura 2, el valor máximo obtenido de PM-2,5 fue de 29,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y un valor mínimo promedio de 24,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en dos promedios de muestreo. En esta localidad se muestra que en el 77,78% de los promedios de monitoreos realizados supera el estándar establecido por la normatividad peruana para los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Esto demuestra que la localidad de Nueva Cajamarca es un poco menos contaminada atmosféricamente que las demás.

- ✓ En la localidad de Segunda Jerusalén de acuerdo a la tabla 8 y figura 3, el valor máximo obtenido de PM-2,5 fue de 30,5 ug/m<sup>3</sup> y un valor mínimo de 28,0 ug/m<sup>3</sup>, lo cual advierte que en el 100% de los monitoreos realizados supera el estándar de calidad ambiental establecido de 25 ug/m<sup>3</sup>, demostrando que la calidad del aire es mala.
- ✓ En la localidad de Rioja de acuerdo a la tabla 9 y figura 4, el valor máximo obtenido de PM-2,5 fue de 33,0 y un valor mínimo de 29,5 ug/m<sup>3</sup>, lo cual demuestra que en el 100% del desarrollo del monitoreo supera el estándar de calidad ambiental establecido para calidad de aire de 25 ug/m<sup>3</sup>, lo que demuestra que la calidad del aire es mala.
- ✓ En la localidad de Moyobamba de acuerdo a la tabla 10 y figura 5, el valor máximo obtenido de PM-2,5 fue de 34,5 ug/m<sup>3</sup> y un valor mínimo de 30,5 ug/m<sup>3</sup>, lo cual demuestra que el 100% del desarrollo del monitoreo supera el estándar establecido por la normatividad peruana de 25 ug/m<sup>3</sup>, lo que indica que la calidad del aire relacionada con las concentraciones de PM-2,5 es mala.
- ✓ En todas las localidades estudiadas tanto en la localidad de Naranjos, Nueva Cajamarca, Segunda Jerusalén, Rioja y Moyobamba, los máximos valores de concentración de PM- 2,5 se presenta en los meses de mayo, junio y julio, evidenciando la influencia de la época de verano en la zona del Alto Mayo, en la cual las actividades urbanas e industriales se desarrollan con mayor intensidad y facilita la generación de materiales que se suspenden en el aire. Además, por la ausencia de lluvias el material particulado no se adhiere a las gotas limpiando la atmósfera por lo cual permanecen mucho más tiempo suspendidos en el aire.

## **CONCLUSIONES.**

- ✓ Se ha logrado caracterizar en los aspectos biofísicos y socioeconómicos al valle del Alto Mayo, logrando identificar características resaltantes como la migración y actividades agrícolas que favorecen el desarrollo de actividades productivas a nivel urbano, lo que se traduce en la presencia de ciudades como son: Naranjos, Nueva Cajamarca, Segunda Jerusalén, Rioja y Moyobamba. Asimismo la presencia de industrias ladrilleras, molinos de arroz, industria de cemento y de productos lácteos.
- ✓ Se ha determinado la concentración de partículas suspendidas respirables menor a 2,5 micras en las localidades de Naranjos, Nueva Cajamarca, Segunda Jerusalén, Rioja y Moyobamba, ciudades principales de la cuenca alta del Mayo, durante el periodo de monitoreo que comprendió desde mes de noviembre de 2015 al mes de julio de 2016. Los meses que se presenta mayores concentraciones promedio de PM-2,5 son: mayo, junio y julio, presentando valores promedio generales de 30,2, 30,4 y 31,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.

- ✓ En el ámbito de estudio los valores reportados en todas las localidades (Naranjos, Nueva Cajamarca, Segunda Jerusalén, Rioja y Moyobamba) durante el periodo de monitoreo, supera el Estándar de Calidad Ambiental (ECA-AIRE) establecido mediante D.S. N° 003-2008-MINAM, la cual establece en  $25 \text{ ug/m}^3$ .
- ✓ El conocimiento que tiene la población del área de influencia de los puntos de monitoreo, con relación a la contaminación atmosférica de acuerdo a las encuestas realizadas, demuestra que la mayoría están preocupados por la contaminación en su respectiva localidad y que estarían de acuerdo a contribuir para apoyar a las medidas para controlar la contaminación atmosférica.
- ✓ Se ha determinado que las actividades urbanas, como son la conducción de vehículos motorizados, actividades comerciales, barrido de calles; por parte del sector industrial, el transporte de materia prima para la producción de cemento, además de la quema de combustibles orgánicos en la producción de ladrillos generan presencia de partículas suspendidas respirables (PM-2,5), los cuales sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental establecido en  $25 \text{ ug/m}^3$ .
- ✓ El nivel de contaminación del aire expresado como partículas suspendidas respirables (PM-2,5) presenta elevadas concentraciones debido a las actividades urbanas e industriales, en el Alto Mayo-2015.

## **RECOMENDACIONES.**

- ✓ A la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín y centros de investigación privados, realizar estudios más integrados a nivel de cada localidad que incluya más puntos de monitoreo al interior y se considere la dinámica de los factores meteorológicos con relación a la arquitectura urbana.
- ✓ A las municipalidades del Alto Mayo, realizar estudios de caracterización de material respirable suspendido en la atmósfera, a fin de determinar la presencia de compuestos metálicos y su relación con actividades específicas que se desarrollan a nivel del Alto Mayo tanto a nivel urbano e industrial.
- ✓ A las municipalidades del Alto Mayo del área de estudio. En el ámbito urbano se recomienda el riego de las calles una o dos horas antes de la hora punta del tráfico para reducir la resuspensión de las partículas, y la implantación de zonas de baja

emisión en las ciudades a las que se prohíba la entrada de los vehículos más antiguos que consumen diésel.

- ✓ A nivel industrial se recomienda que las autoridades certifiquen las estufas, calderas de biomasa y pellets (combustible granulado a base de cascarilla y o madera) que se comercializan y actualmente se viene utilizando a nivel industrial en el Alto Mayo, ya que estos materiales al ser incinerados arrojan niveles muy importantes de contaminantes y actualmente no hay ninguna certificación al respecto en el Perú.
- ✓ Al Ministerio de Salud, realizar estudios epidemiológicos permanentes de la población expuesta a los efectos de la contaminación atmosférica, en el Alto Mayo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- Agencia de Protección Ambiental – EPA. (2004), Las partículas y efectos en la salud, Washington.
- Arroyo, E., (1999), Impacto ambiental en la atmósfera de la ciudad de Chimbote y los costos directos generados en la población ocasionado por la actividad industrial, tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Asociación Profesional del Medio Ambiente. (2000), Evaluación del impacto ambiental en la salud, España: EDUCA.
- Badillo Castañeda, C. T. 2012. Caracterización del contenido de metales en partículas PM2.5 en dos zonas del Área Metropolitana de Monterrey. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. 114 pp.
- Bedoya, J. y Martínez, E. (2009). calidad del aire en el valle de aburrá Antioquia – Colombia., Dyna, Vol. 76, Núm. 158, pp. 7-15. Universidad Nacional de Colombia.

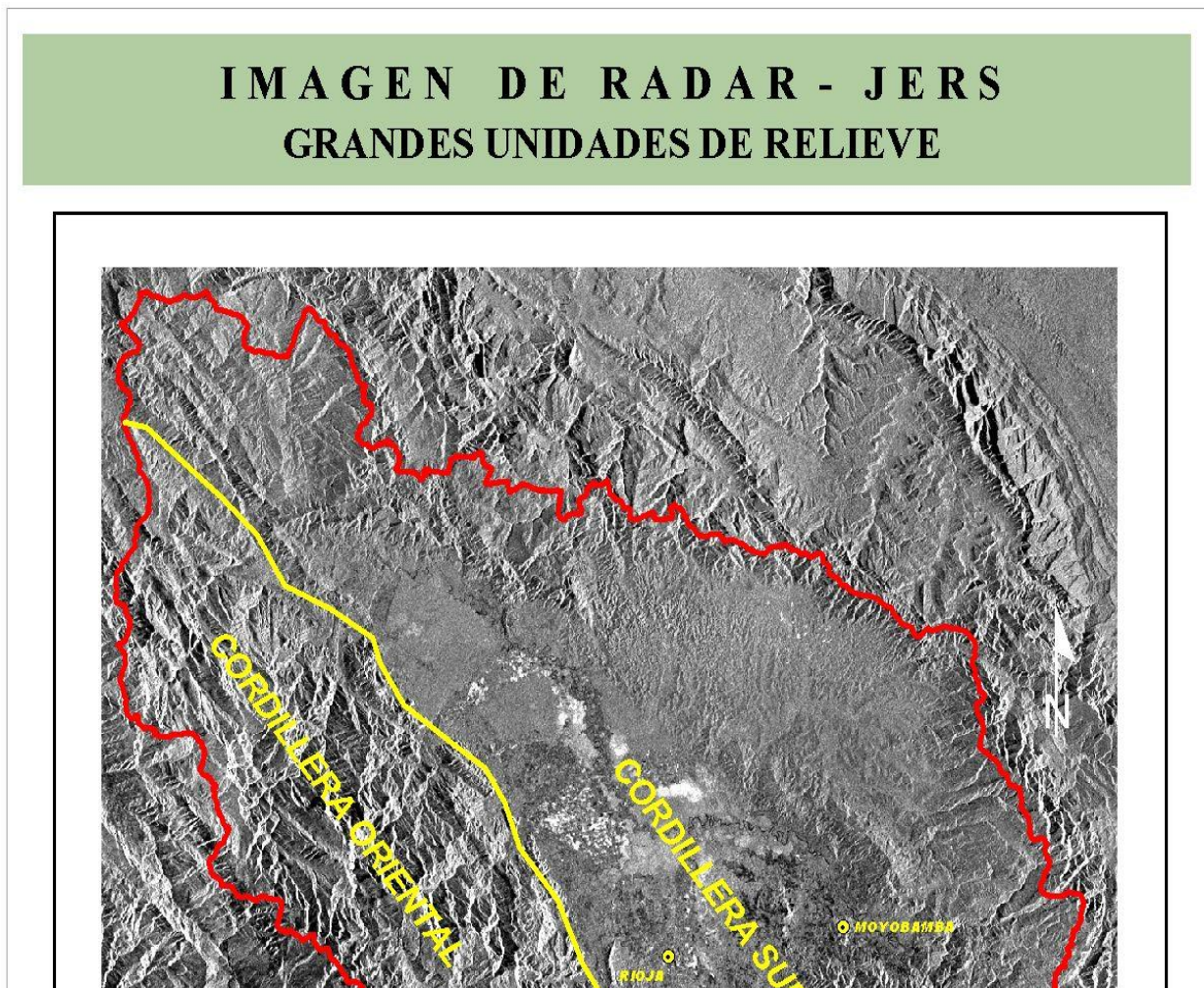


- Cohen, M. (1995), Contaminación del Aire, Madrid: Editorial Mack Graw Hill.
- Defensoría del Pueblo 2006. Informe Defensoría N° 0116: La calidad del aire en Lima y su impacto en la salud y la vida de sus habitantes, Lima, pp.16, 24, 27, 29.
- DIGESA. (2005), Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos, Lima-Perú.
- Dirección General de Asuntos Ambientales, protocolo de monitoreo de calidad del aire y emisiones en operaciones de hidrocarburos (1993), Lima: Decreto Supremo N° 046-93-EM.
- Fernández Núñez, Lisette. (2007). Ficha para investigadores. Recuperado de <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha8-cast.pdf>.
- Gutiérrez, R; Reina Pérez, J; Rodríguez Rojas, B; Pozo Ríos, S, et al, (2002), Contaminación Ambiental producida por la fabricación de ladrillos en la zona de Mocce, Revista de Educación Ambiental, pp 17, 22, 28.
- Herrera, S, (2005), Caracterización de partículas en suspensión del medio atmosférico urbano en segunda Jerusalén–Rioja-2005.
- Jumilla, V. (1999), Guía del Medio Ambiente para Empresas y Profesionales, Madrid: Edit, Fundación Universidad.
- López, M.T. y Pérez, I.K. (2014). Valoración económica de los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las PM 2.5 en tres zonas metropolitanas mexicanas. INECC, México. 51 pp.
- MINAM. (2014), Informe nacional de la calidad de aire 2013-014, Lima- Perú. 41 pp.
- OEFA (2014) INFORME N°00/-2014-OEFA/DE-SDCA. Monitoreo de la calidad de aire en Rioja, San Martín, área de influencia Cementos Selva S.A.
- PEAM. (2007), Zonificación Ecológica y económica de la cuenca del Alto Mayo, Boletín Anual, Moyobamba.
- Quijano, Alfonso, (2013), Determinación de metales y material particulado PM-2,5. en muestras de aire de Villa del Rosario- Norte de Santander, Colombia.
- Souza J. P. (2015). Contaminación del aire y salud reproductiva. En XXIV Reunión Bianual de la Asociación Latinoamericana de Investigación en Reproducción Humana. 19-21 de noviembre 2015. Lima: 2015.

- Vargas, P, (2005), La contaminación ambiental como factor determinante de la salud, Madrid: Mac Graw Hill.

## ANEXOS

**Imágen 1. Grandes unidades del relieve identificadas en una imagen de radar.**



## **Fecha**

Fuente: Propuesta de Meso Zonificación Ecológica y Económica de la Cuenca del Alto Mayo- 2007.

**Fotografía 1. Toma de muestras de (PM 2,5) en la localidad de Naranjos.**

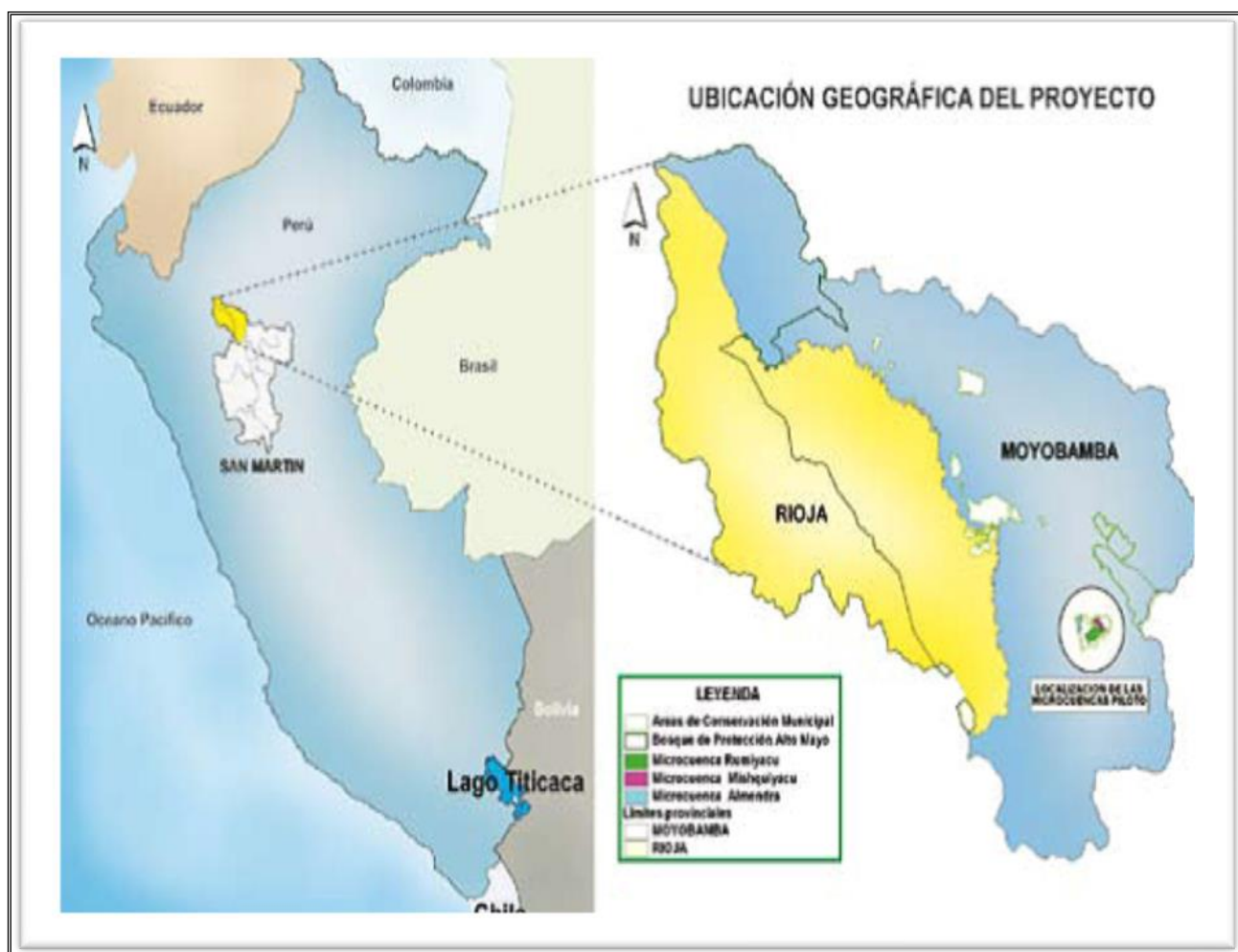


**Fotografía 2. Toma de muestras de (PM 2,5) en la localidad de Segunda Jerusalén.**





**Imágen 2. Ubicación geográfica del área de influencia del estudio.**



Fuente: Propuesta de Meso Zonificación Ecológica y Económica de la Cuenca del Alto Mayo- 2007

## **FICHA DE ENCUESTA APLICADO EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

1 ¿CUÁNTAS VECES ASISTIÓ AL CENTRO DE SALUD POR PROBLEMAS RESPIRATORIOS EN EL ÚLTIMO AÑO?

- A) 1-2
- B) 2-3
- C) 3-4
- D) 4-5
- E) NINGUNA

2 ¿CONOCE MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN?

SI ( ) NO ( )

3 ¿CUÁL/ES DE LAS SIGUIENTES ENFERMEDADES PUEDE SER PRODUCIDA POR LA EXPOSICIÓN DIARIA A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE?

- A) CÁNCER DE PULMÓN
- B) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS
- C) ACV
- D) NEUMONÍA
- E) NINGUNA DE LAS ANTERIORES
- F) NO SABE

4 ¿LE PREOCUPA LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN SU CIUDAD?

SI ( ) NO ( )

5 ¿CUÁNDO LA CALIDAD DEL AIRE ES MALA?

- A) CUANDO EL AIRE NO ES APTO PARA RESPIRAR
- B) CUANDO HAY MAL OLOR
- C) CUANDO HAY HUMO
- D) CUANDO EL AIRE TIENE COMPONENTES QUE PUEDE AFECTAR LA SALUD.
- E) TODAS LAS ANTERIORES
- F) NO SABE

6 ¿ESTARÍA DE ACUERDO CON APOYAR MEDIDAS PARA CONTROLAR LA CONTAMINACION ATMOSFÉRICA?

SI ( ) NO ( )

## **FORMATO PARA LA TOMA DE DATOS DE MATERIAL PARTICULADO**

1. DATOS GENERALES DEL LUGAR

Nombre de la ciudad o localidad

\_\_\_\_\_

Actividades circundantes:

\_\_\_\_\_

Dirección:

\_\_\_\_\_

Geo-referenciación: X: \_\_\_\_\_ Y: \_\_\_\_\_

Presión barométrica: \_\_\_\_\_ (mm Hg). \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_msnm\_\_\_\_\_

Temperatura ambiente: \_\_\_\_\_(°C)

2. FECHA DE LA TOMA DE MUESTRA:

\_\_\_\_\_

3. NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA EVALUACIÓN

\_\_\_\_\_

4. LABORATORIO QUE REALIZA LOS ANÁLISIS

\_\_\_\_\_

5. CONTAMINANTES A MEDIR:

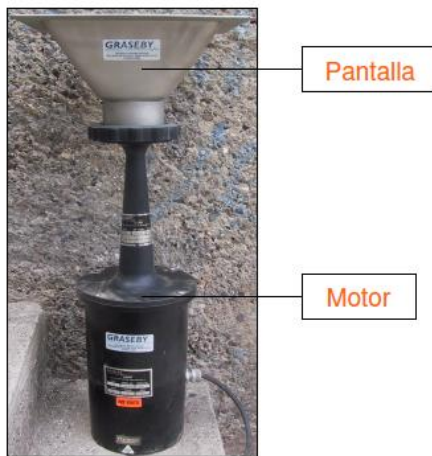
Material Particulado PM-2,5:

\_\_\_\_\_

**Equipo de muestreo Hi Vol. PM<sub>2.5</sub>.**

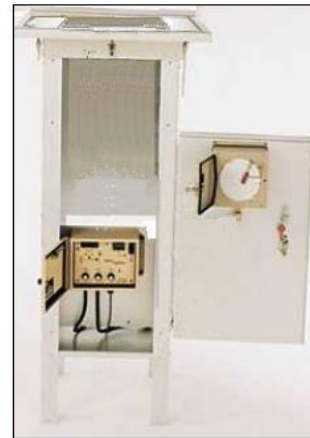
**Imágen 3.**

Motor y pantalla



**Imágen 4.**

Cuerpo central



**Imágen 5.**

Cabezal PM 2,5



**Imágen 6.**

Porta filtros y tapa de aluminio



**Resultados de muestreo PM 2,5 según localidad.**

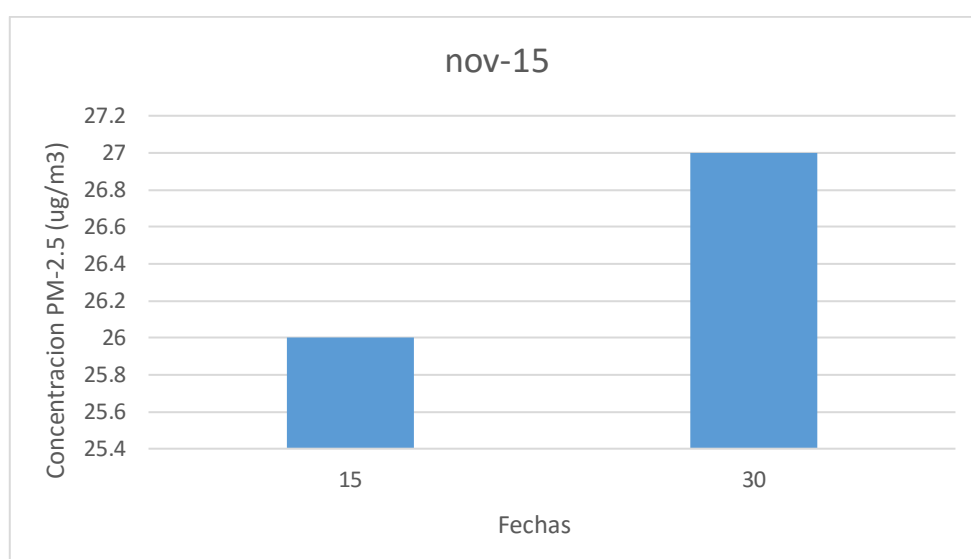


## Resultados de monitoreo de material particulado PM 2,5 en la localidad de Naranjos.

**Tabla 13. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la localidad de Naranjos.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
NOV	15	26	26,5
	30	27	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 8. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015 en la localidad de Naranjos.**

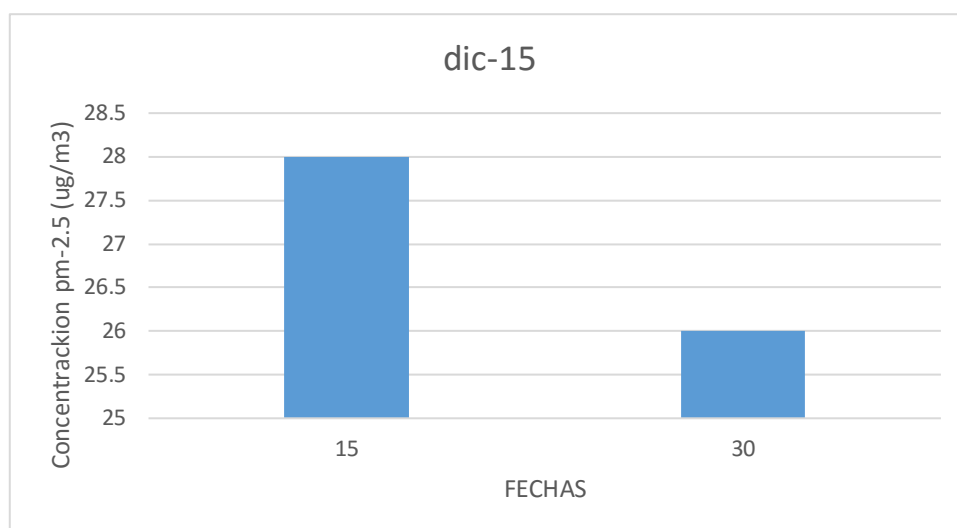
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 13 y figura 8 se puede apreciar que en el mes de noviembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 27 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 26 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 14: Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la localidad de Naranjos.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
DIC	15	28	27
	30	26	

Fuente: Registro de monitoreo localidad de Naranjos.



**Figura 9. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en la localidad de Naranjos.**

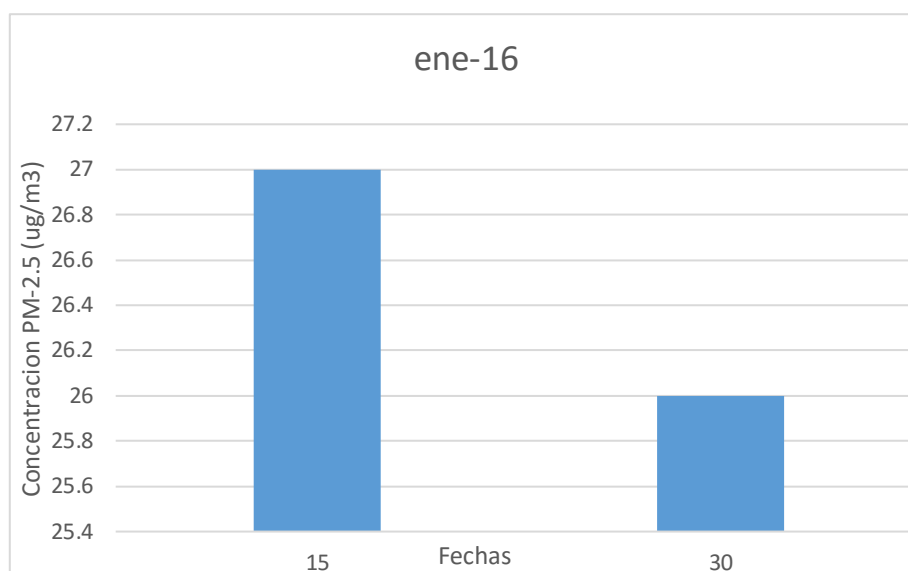
Fuente: Registro de monitoreo localidad de Naranjos.

En la tabla 14 y figura 9 se puede apreciar que en el mes diciembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 28 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 26 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 15. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Naranjos.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
ENE	15	27	26,5
	30	26	

Fuente: Registro de monitoreo localidad de Naranjos.



**Figura 10. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la localidad de Naranjos.**

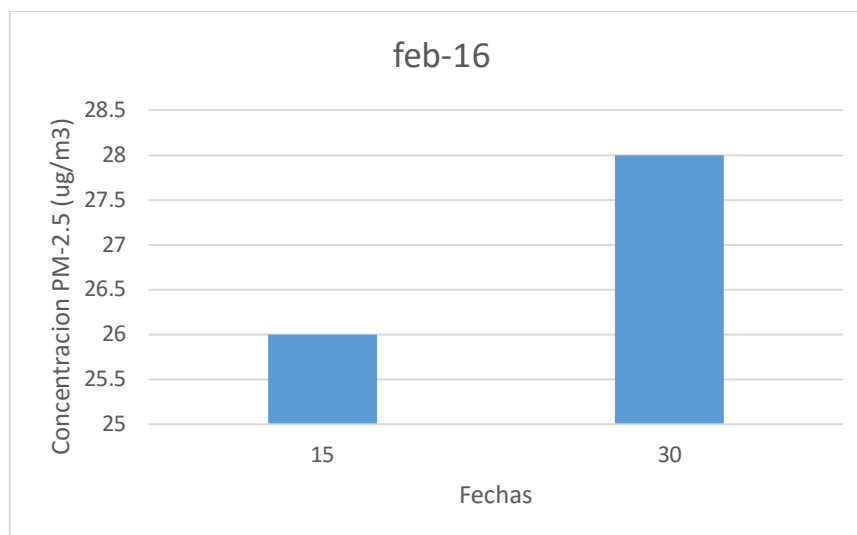
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 15 y figura 10 se puede apreciar que en el mes enero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 27 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 26 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 16. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Naranjos.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
FEB	15	26	27
	30	28	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 11. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la localidad de Naranjos.**

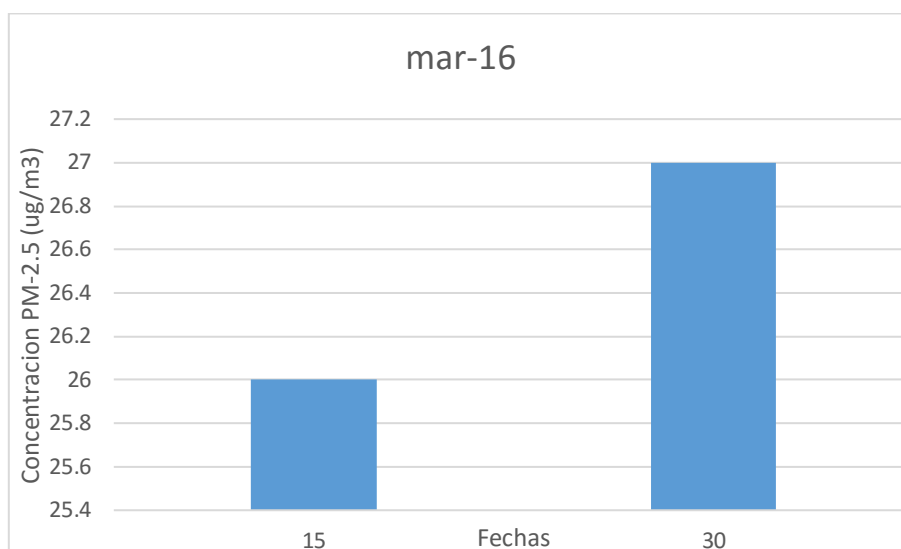
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 16 y figura 11 se puede apreciar que en el mes de febrero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 28 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 26 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 17. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Naranjos.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
MAR	15	26	26,5
	30	27	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 12. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la localidad de Naranjos.**

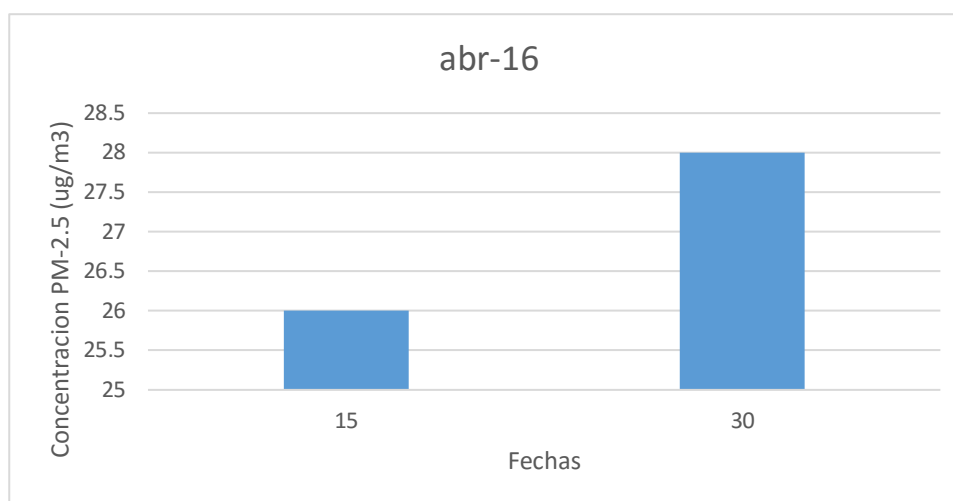
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 17 y figura 12 se puede apreciar que en el mes de marzo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 27 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 26 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 18. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la localidad de Naranjos.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
ABR	15	26	27
	30	28	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 13. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la localidad de Naranjos.**

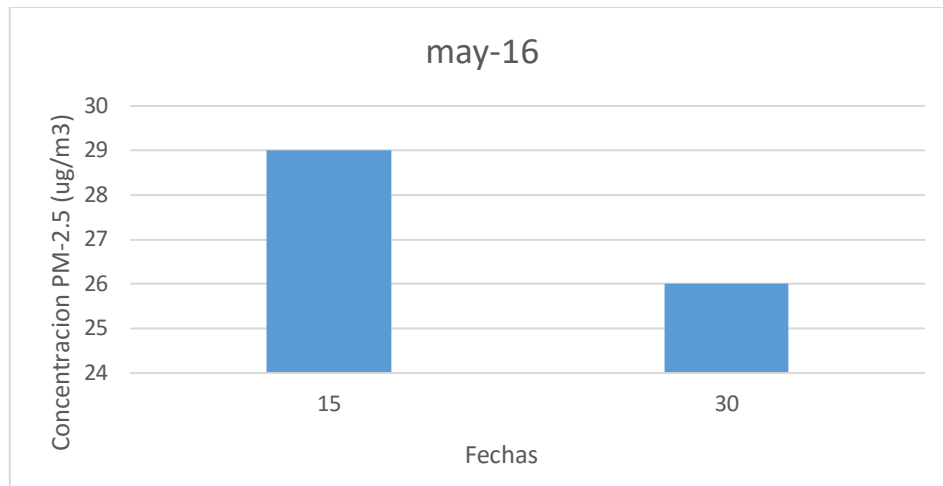
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 18 y figura 13 se puede apreciar que en el mes de abril de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 28 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 26 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 19. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo 2016 en la localidad de Naranjos.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
MAY	15	29	27,5
	30	26	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 14. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la localidad de Naranjos.**

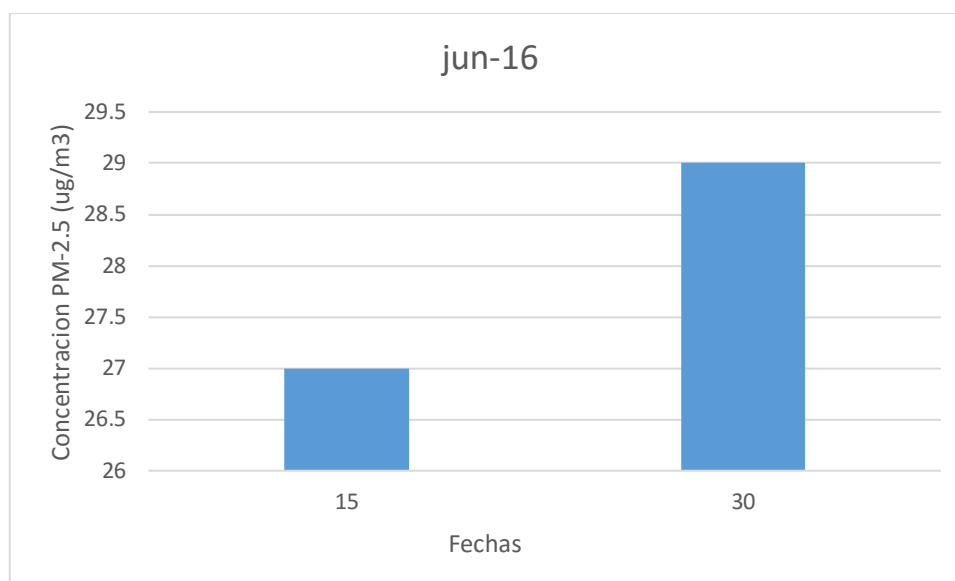
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 19 y figura 14 se puede apreciar que en el mes de mayo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 29 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 26 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 20. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Naranjos.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUN	15	27	28
	30	29	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 15. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la localidad de Naranjos.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

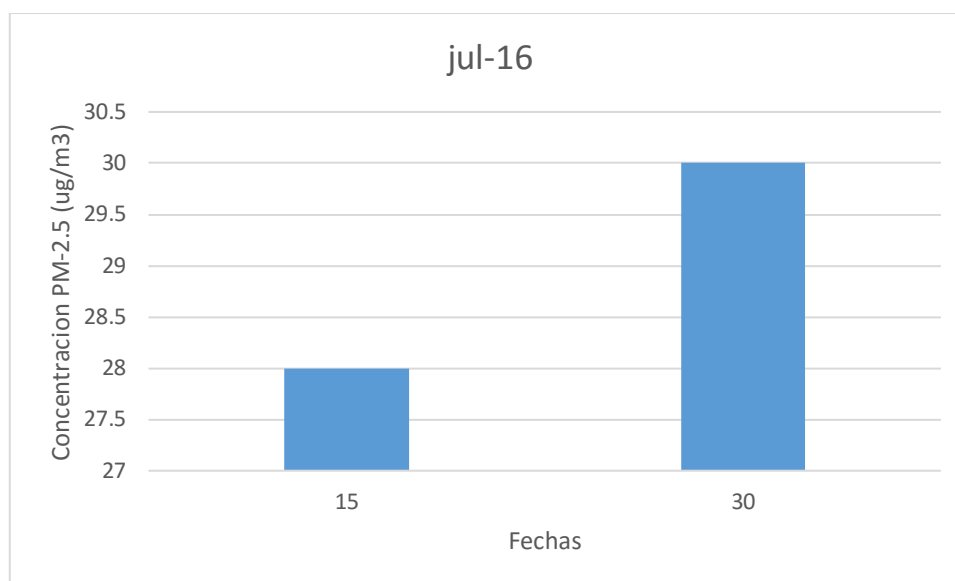
En la tabla 20 y figura 15 se puede apreciar que en el mes de junio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 29 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 27 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 21. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Naranjos.**



MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUL	15	28	29
	30	30	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 16. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la localidad de Naranjos.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

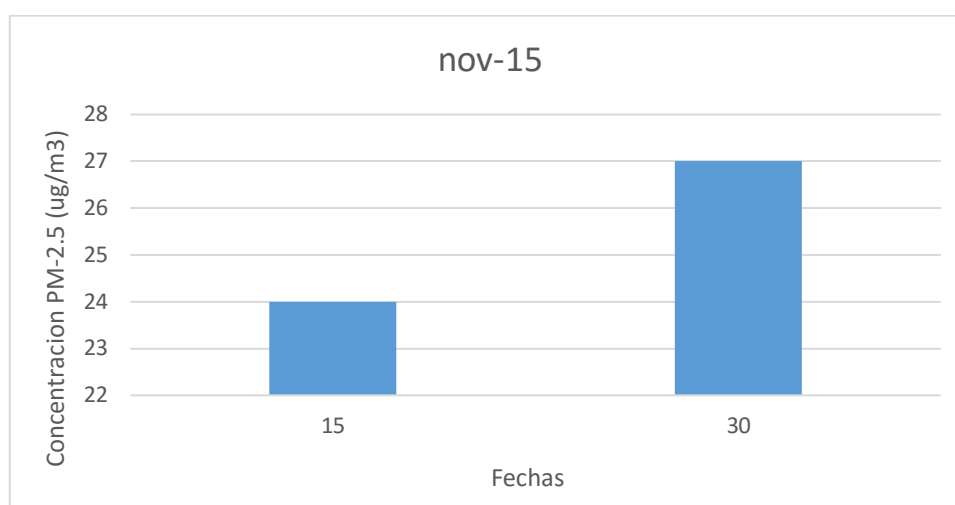
En la tabla 21 y figura16 se puede apreciar que en el mes de julio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 30 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 28 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Resultados de monitoreo de material particulado PM 2,5 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

**Tabla 22. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
NOV	15	24	25,5
	30	27	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 17. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

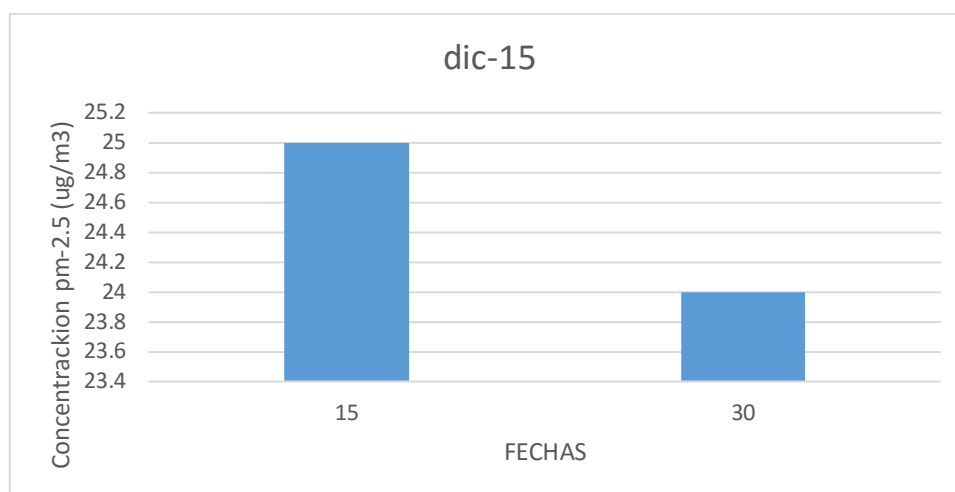
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 22 y figura 17 se puede apreciar que en el mes de noviembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 27 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 24 ug/ m<sup>3</sup>, lo que nos indica que en uno de los monitoreos no se superó el Estándar de Calidad Ambiental para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 23. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
DIC	15	25	24,5
	30	24	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 18. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

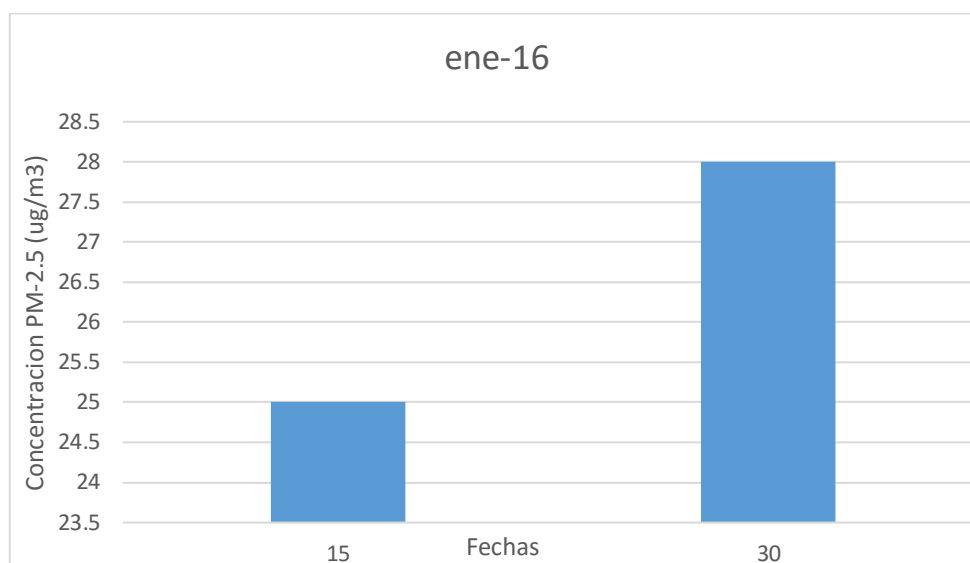
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 23 y figura18 se puede apreciar que en el mes diciembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 25 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 24 ug/ m<sup>3</sup>. En esta ocasión ninguno de los monitoreos excedió los Estándares de Calidad Ambiental para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 24. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
ENE	15	25	26,5
	30	28	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 19. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

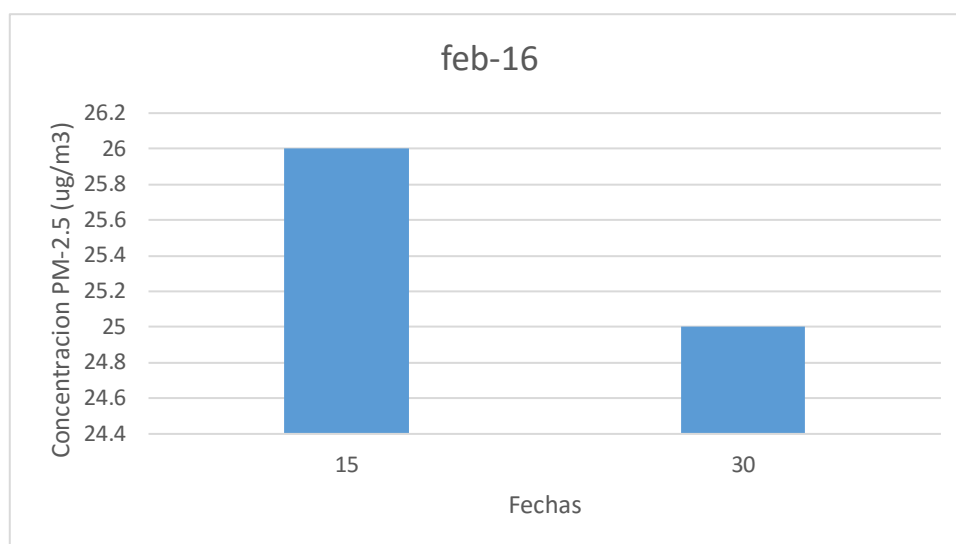
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 24 y figura 19 se puede apreciar que en el mes de enero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 28 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 25ug/ m<sup>3</sup>, sin superar el Estándar de Calidad Ambiental para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 25: Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
FEB	15	26	25,5
	30	25	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 20: Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

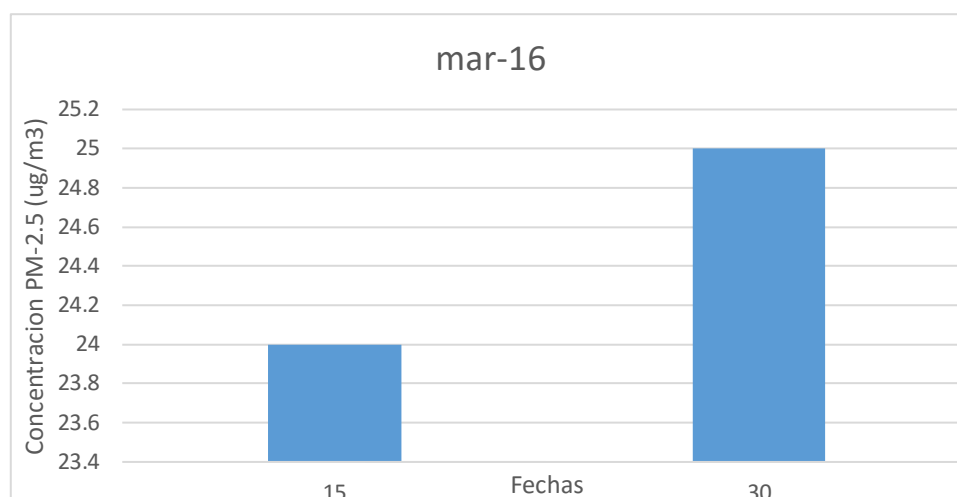
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

De la tabla 25 y figura 20 se puede apreciar que en el mes de febrero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 26 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 25 ug/ m<sup>3</sup> sin superar el Estándar de Calidad Ambiental para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 26: Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
MAR	15	24	24,5
	30	25	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 21: Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

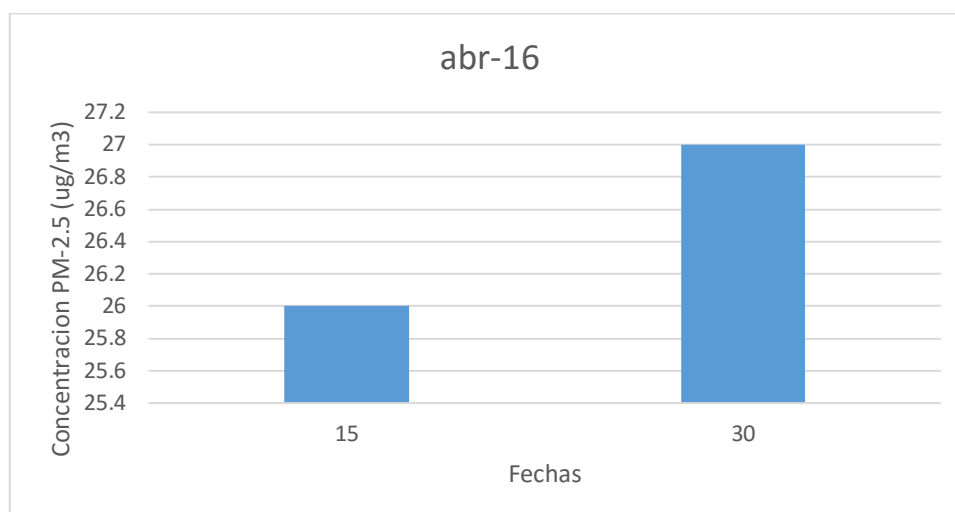
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

De la tabla 26 y figura 21 se puede apreciar que en el mes de marzo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 25 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 24 ug/ m<sup>3</sup>. Podemos darnos cuenta de que en ninguno de los monitoreos se supera el Estándar de calidad ambiental para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>

**Tabla 27. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
ABR	15	26	26,5
	30	27	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 22. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

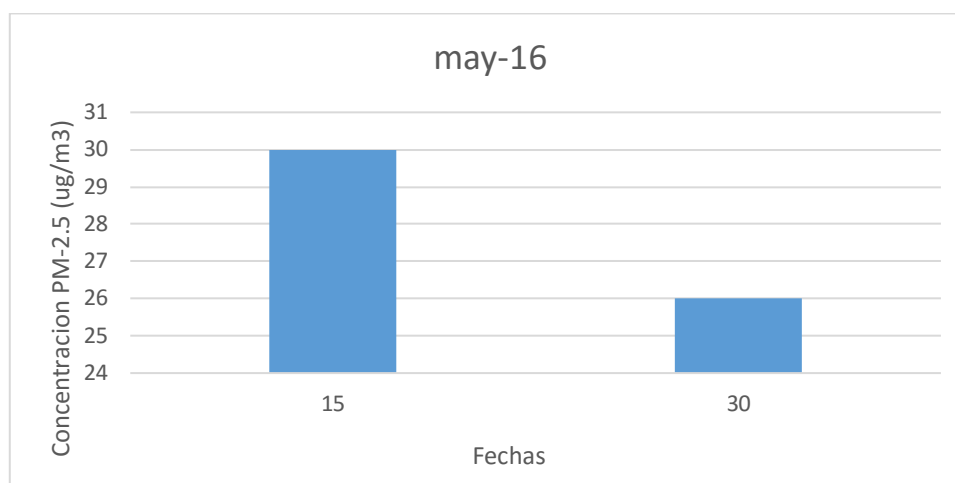
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 27 y figura 22 se puede apreciar que en el mes de abril de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 27 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 26 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 28. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
MAY	15	30	28
	30	26	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 23. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

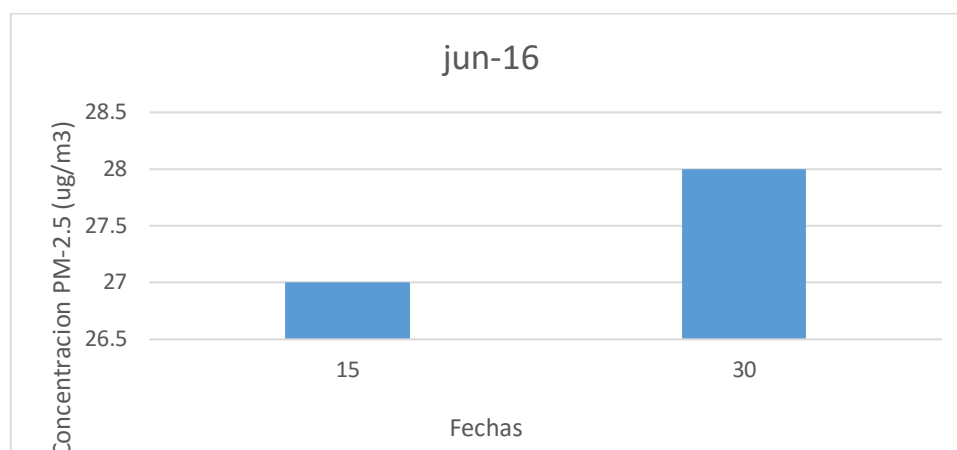
En la tabla 28 y figura 23 se puede apreciar que en el mes de mayo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 30 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 26 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 29. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**



MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUN	15	27	27,5
	30	28	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 24. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

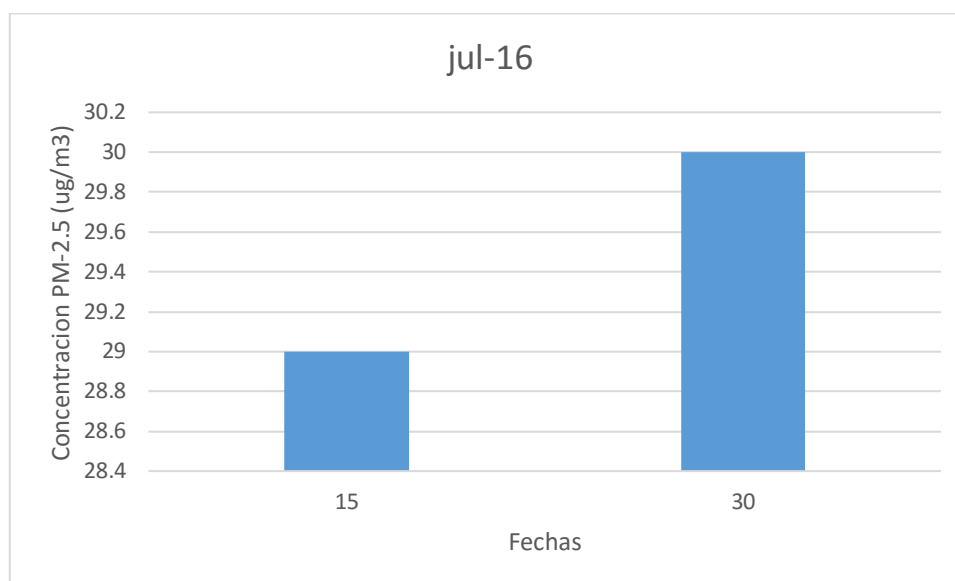
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 29 y figura 24 se puede apreciar que en el mes de junio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 28 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 27 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 30. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUL	15	29	29,5
	30	30	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 25. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la localidad de Nueva Cajamarca.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

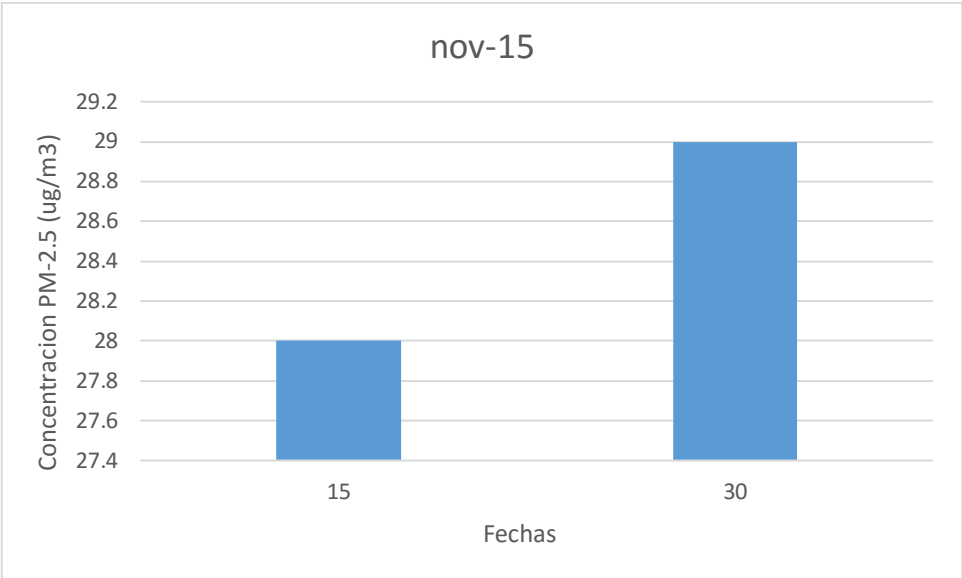
En la tabla 30 y figura 25 se puede apreciar que en el mes de julio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 30 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 29 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

### **Resultados de monitoreo de material particulado PM 2,5 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

**Tabla 31. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
NOV	15	28	28,5
	30	29	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 26. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

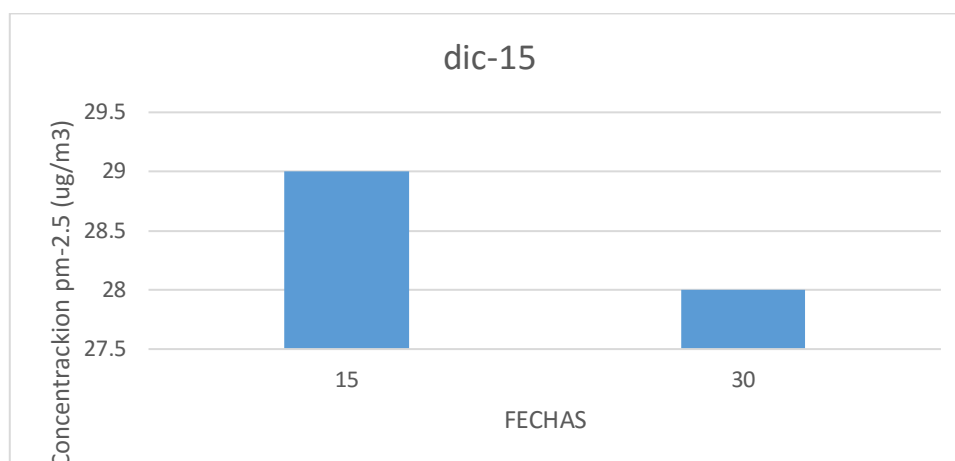
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 31 y figura 26 se puede apreciar que en el mes de noviembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 29 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 28 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 32. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
DIC	15	29	28,5
	30	28	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 27. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

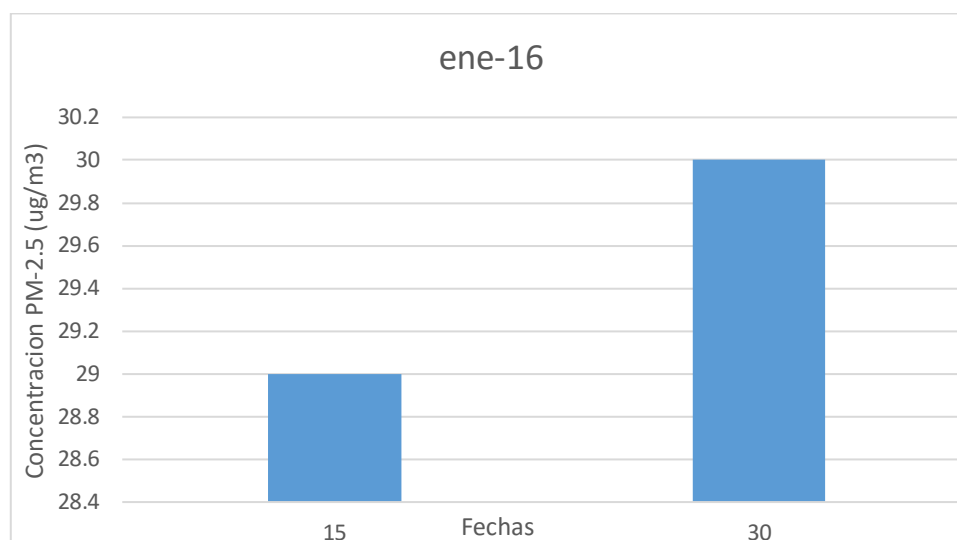
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 32 y figura 27 se puede apreciar que en el mes de diciembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 29 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 28 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 33. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
ENE	15	29	29,5
	30	30	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 28. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

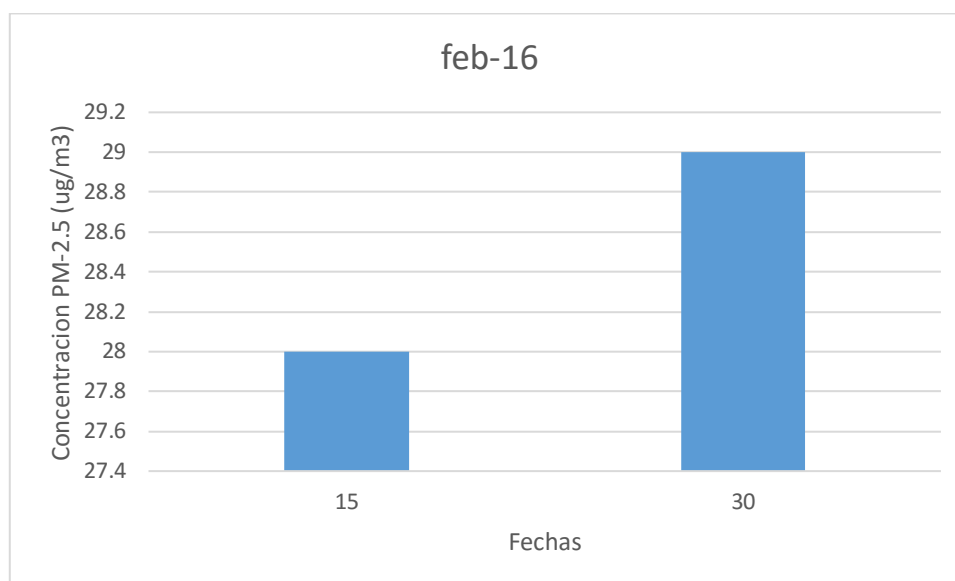
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 33 y figura 28 se puede apreciar que en el mes de enero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 30 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 29 ug/m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 34. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
FEB	15	28	28,5
	30	29	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 29. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

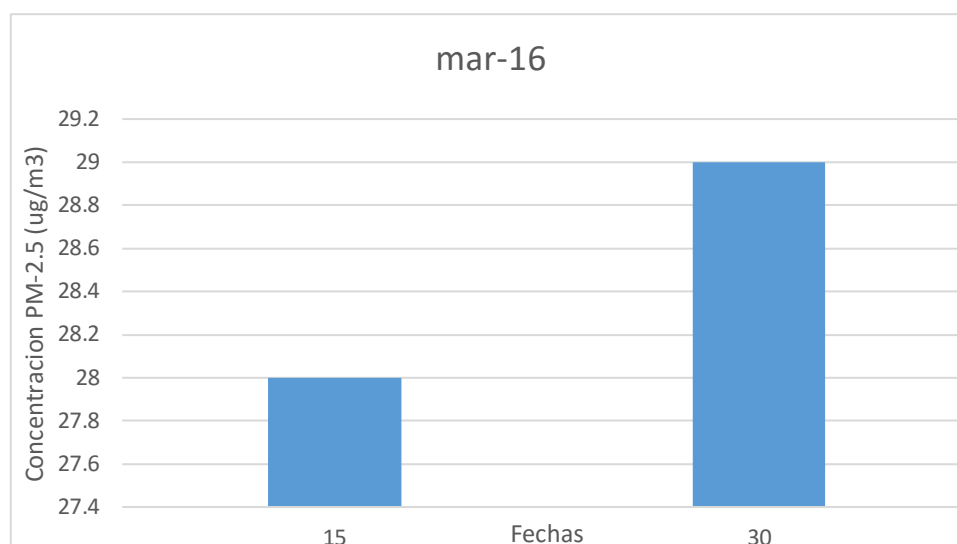
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 34 y figura 29 se puede apreciar que en el mes de febrero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 29 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 28 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 35. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
MAR	15	28	28,5
	30	29	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 30. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

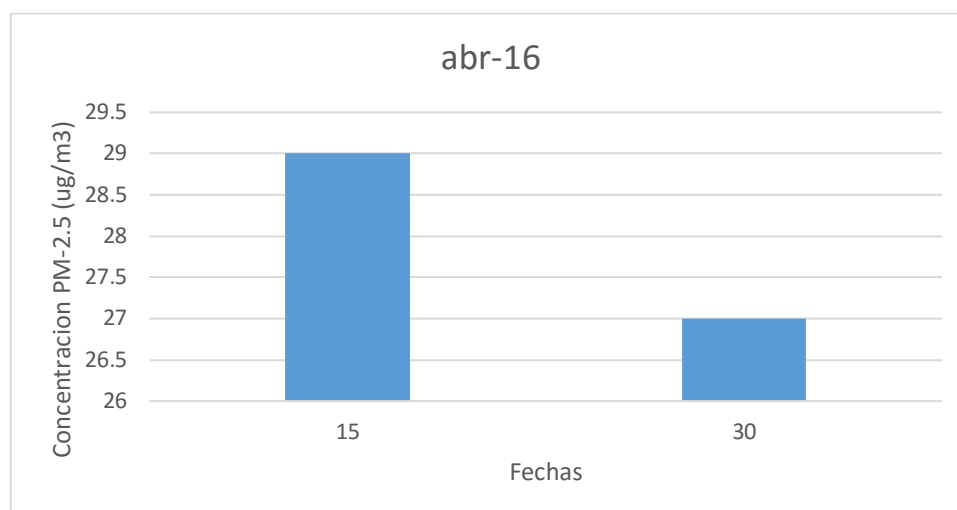
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 35 y figura 30 se puede apreciar que en el mes de marzo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 29 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 28 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 36. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
ABR	15	29	28
	30	27	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 31. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

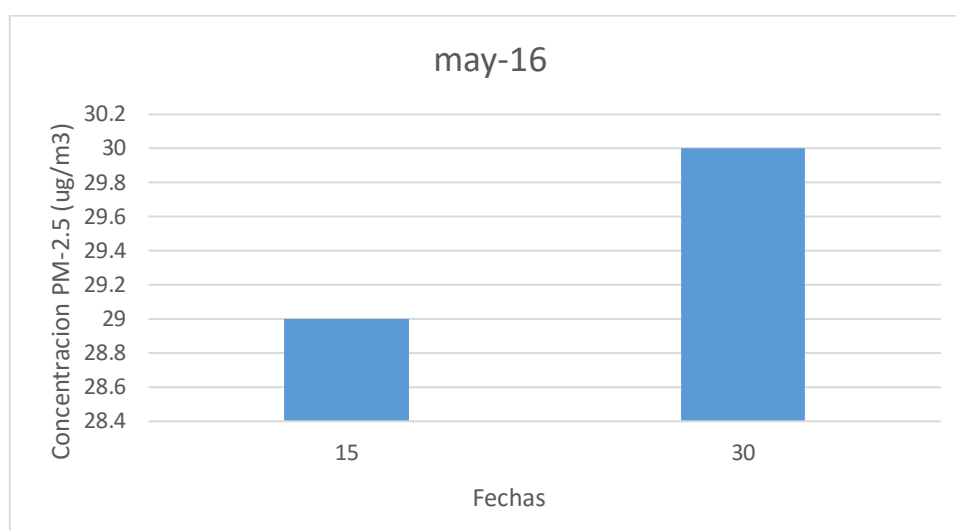
En la tabla 36 y figura 31 se puede apreciar que en el mes de abril de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 29 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 27 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 37. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**



MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
MAY	15	29	29,5
	30	30	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 32. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

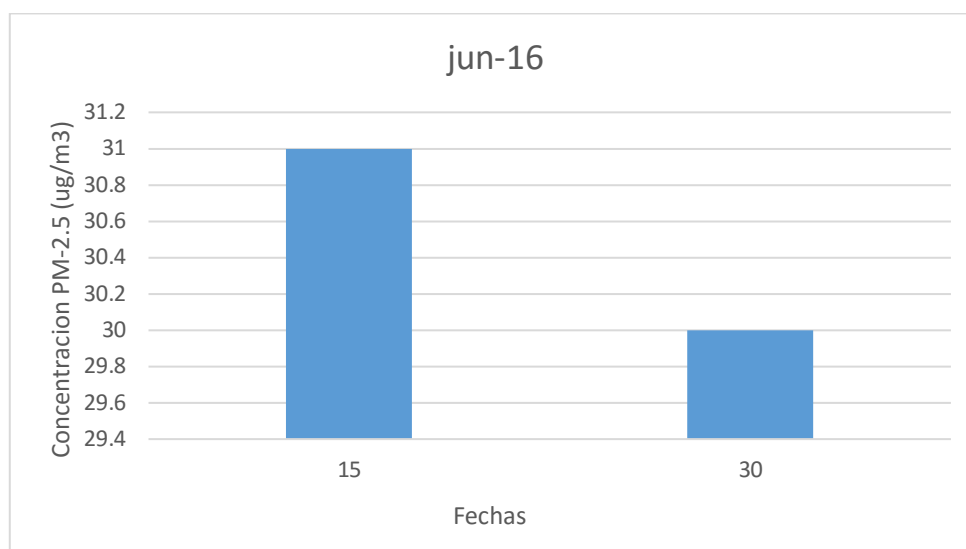
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 37 y figura 32 se puede apreciar que en el mes de mayo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 30 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 29 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 38. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUN	15	31	30,5
	30	30	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 33. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

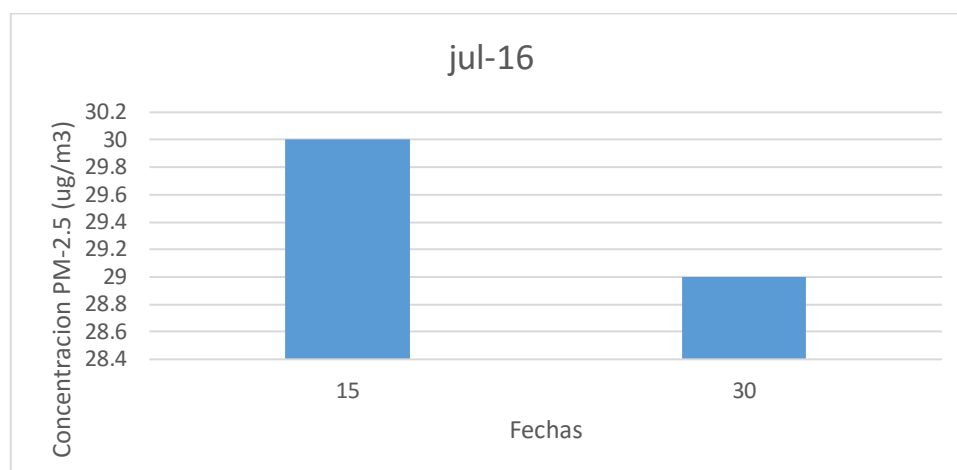
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 38 y figura 33 se puede apreciar que en el mes de junio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 31 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 30 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 39. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUL	15	30	29,5
	30	29	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 34. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la localidad de Segunda Jerusalén.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

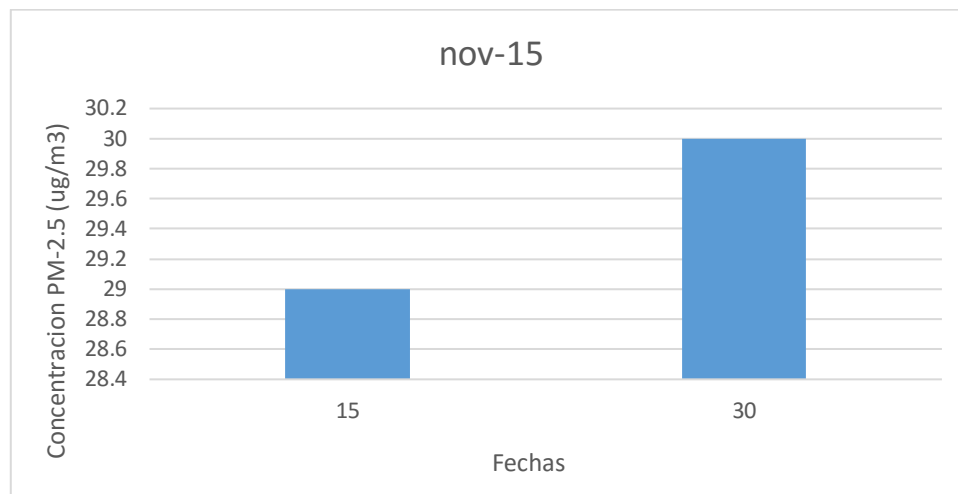
En la tabla 39 y figura 34 se puede apreciar que en el mes de julio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 30 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 29 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

### **Resultados de monitoreo de material particulado PM 2,5 en la localidad de Rioja.**

**Tabla 40. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la localidad de Rioja.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
NOV	15	29	29,5
	30	30	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 35. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015 en la localidad de Rioja.**

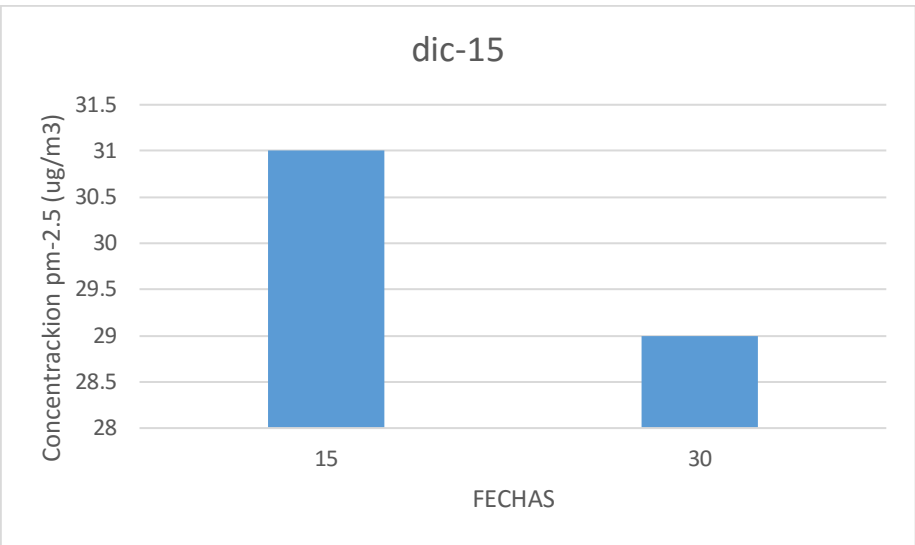
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 40 y figura 35 se puede apreciar que en el mes de noviembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 30 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 29 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 41. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la localidad de Rioja.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
DIC	15	31	30
	30	29	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 36. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en la localidad de Rioja.**

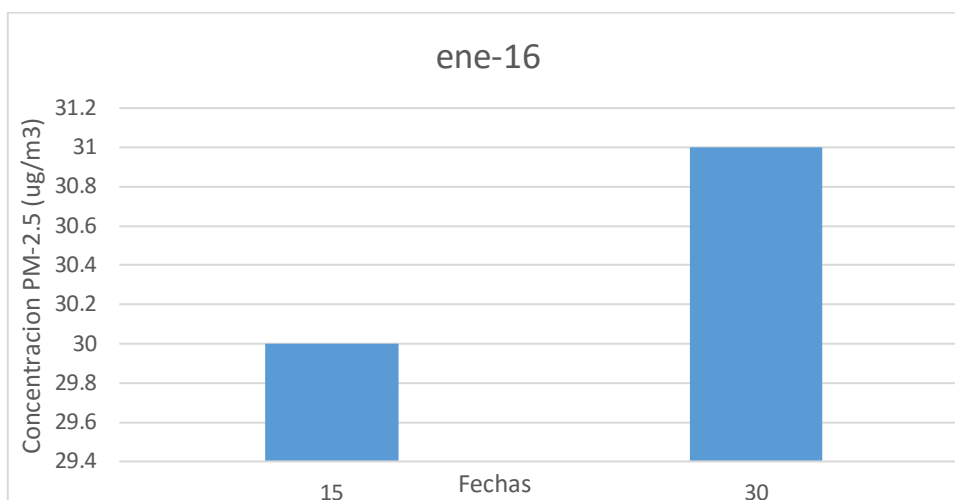
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 41 y figura 36 se puede apreciar que en el mes de diciembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 31 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 29 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 42. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Rioja.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
ENE	15	30	30,5
	30	31	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 37. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la localidad de Rioja.**

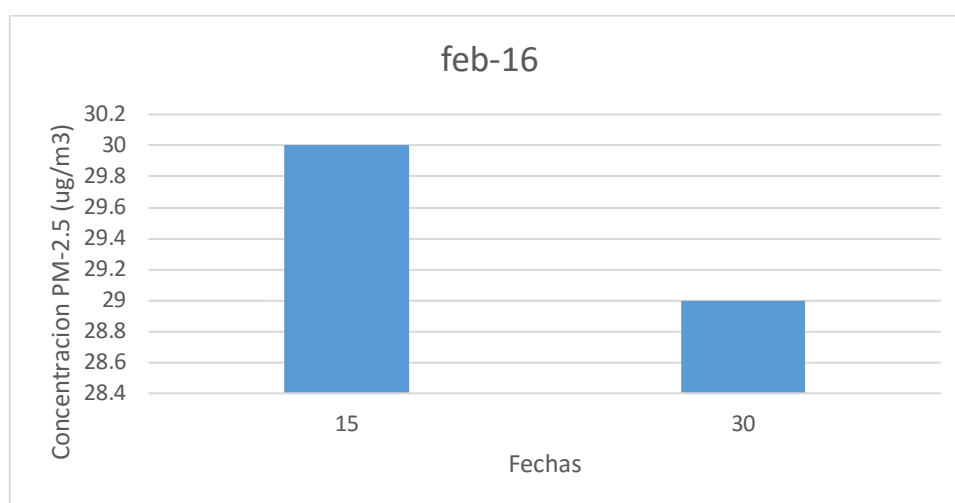
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 42 y figura 37 se puede apreciar que en el mes de enero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 31 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 30 ug/m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 43. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Rioja.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
FEB	15	30	29,5
	30	29	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 38. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la localidad de Rioja.**

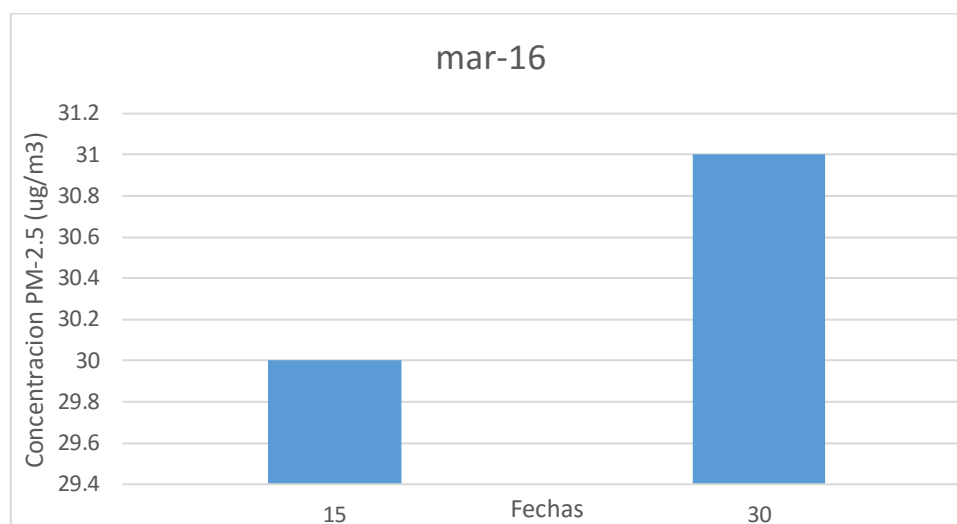
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 43 y figura 38 se puede apreciar que en el mes de febrero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 30 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 29 ug/m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 44. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Rioja.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
MAR	15	30	30,5
	30	31	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 39. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la localidad de Rioja.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

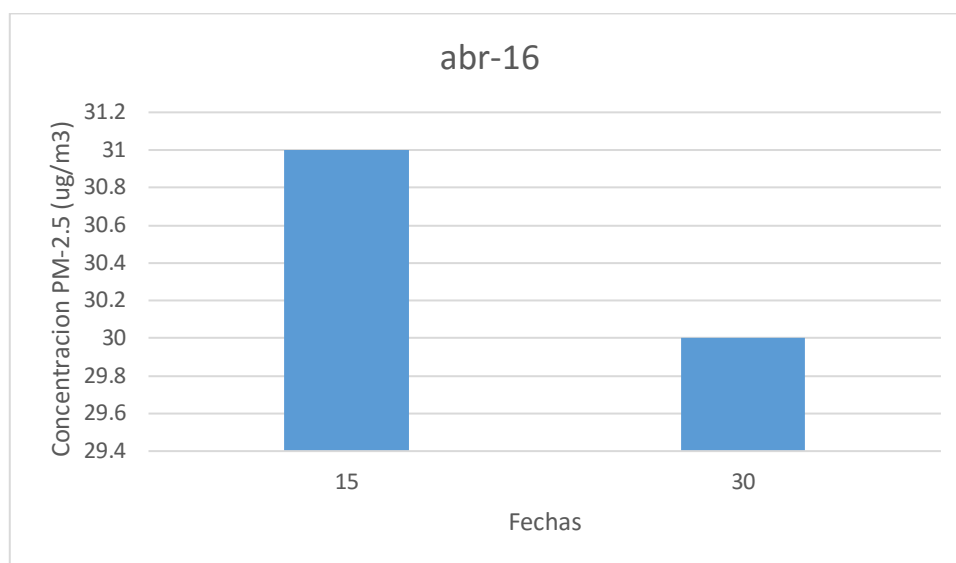
En la tabla 44 y figura 39 se puede apreciar que en el mes de marzo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 31 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 30 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 45. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril 2016 en la localidad de Rioja.**



MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
ABR	15	31	30,5
	30	30	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 40. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la localidad de Rioja.**

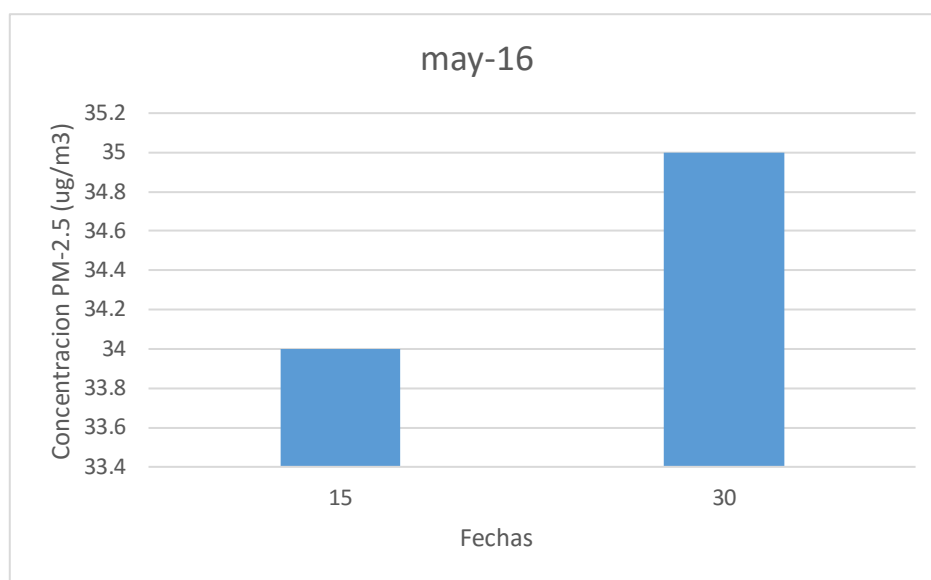
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 45 y figura 40 se puede apreciar que en el mes de abril de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 31 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 30 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 46. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo 2016 en la localidad de Rioja.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
MAY	15	34	34,5
	30	35	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 41. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la localidad de Rioja.**

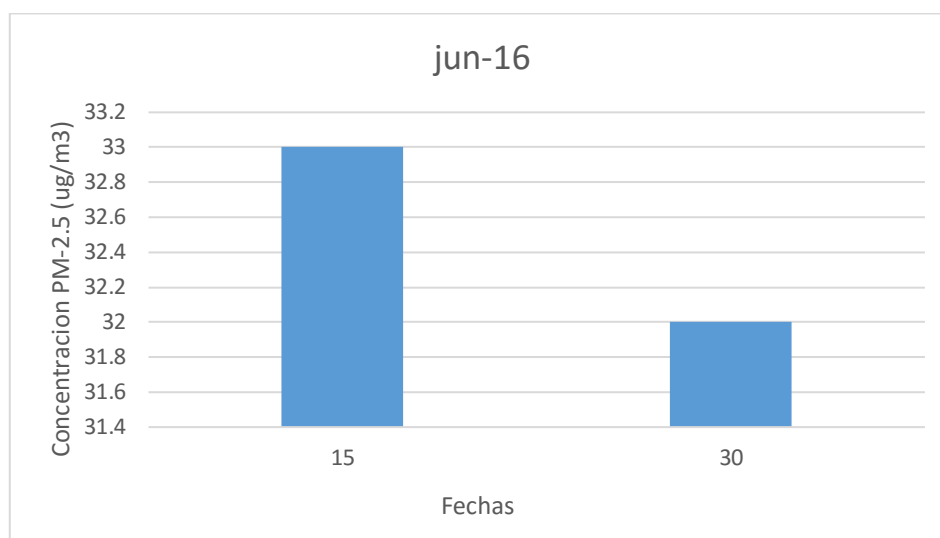
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 46 y figura 41 se puede apreciar que en el mes de mayo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 35 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 34 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 47. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Rioja.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUN	15	33	32,5
	30	32	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 42. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la localidad de Rioja.**

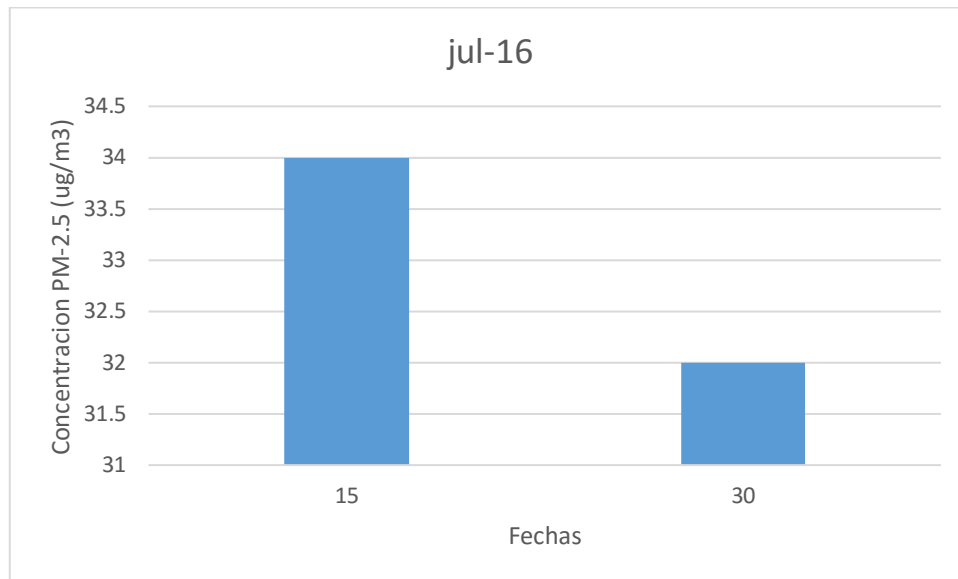
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 47 y figura 42 se puede apreciar que en el mes de junio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 33 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 32 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 48. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Rioja.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUL	15	34	33
	30	32	

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 43. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la localidad de Rioja.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

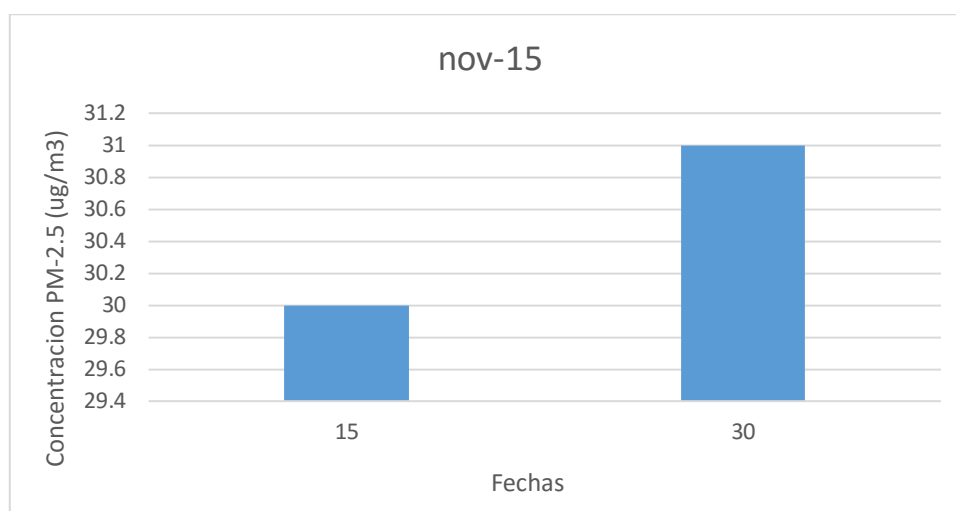
En la tabla 48 y figura 43 se puede apreciar que en el mes de julio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 34 ug/m<sup>3</sup> y en el segundo evento un valor de 32 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Resultados de monitoreo de material particulado PM 2,5 en la localidad de Moyobamba.**

**Tabla 49. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de noviembre 2015 en la localidad de Moyobamba.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
NOV	15	30	30,5
	30	31	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 44. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de noviembre de 2015 en la localidad de Moyobamba.**

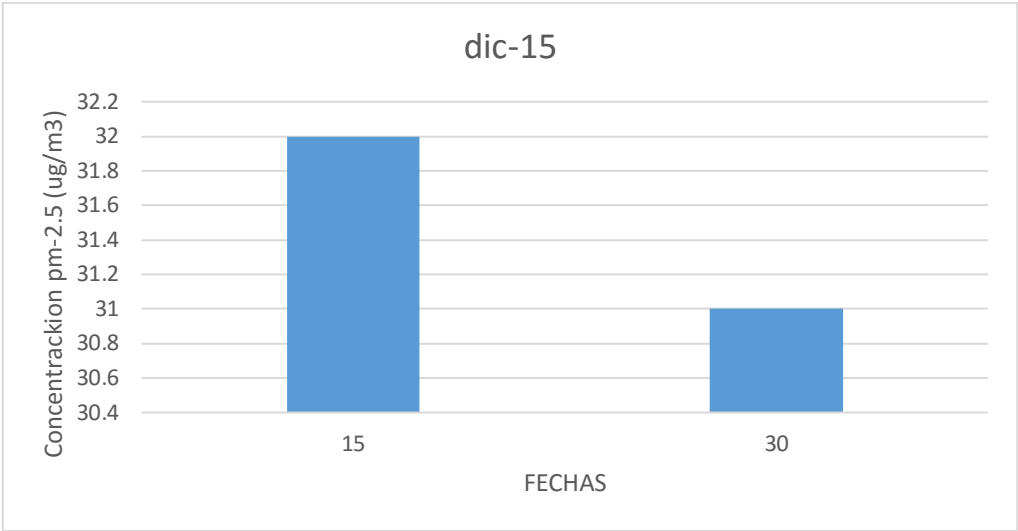
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 49 y figura 44 se puede apreciar que en el mes de noviembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 31ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 30 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 50. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de diciembre 2015 en la localidad de Moyobamba.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m³)	PROMEDIO (ug/m³)
DIC	15	32	31,5
	30	31	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 45. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de diciembre de 2015 en la localidad de Moyobamba.**

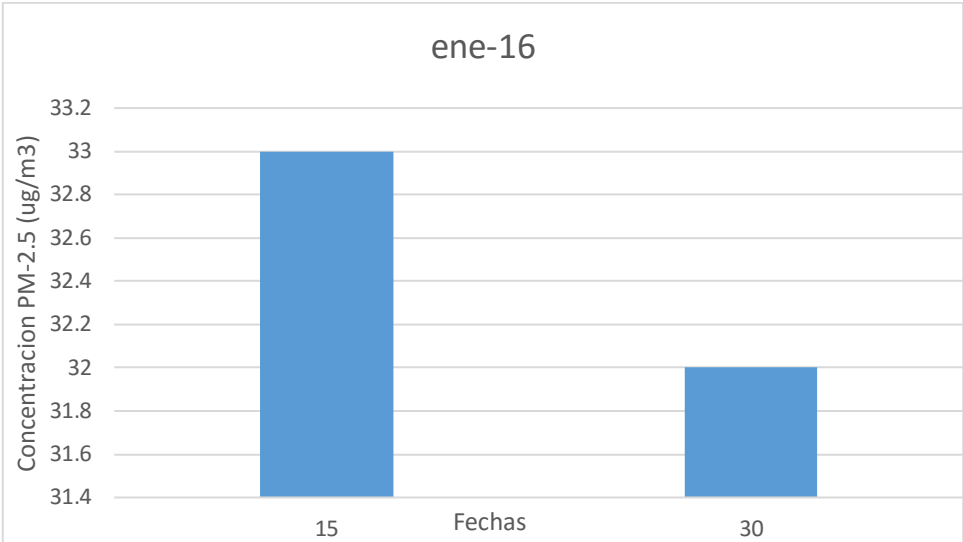
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 50 y figura 45 se puede apreciar que en el mes de diciembre de 2015 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 32 ug/m³ y en el segundo evento un valor de 31 ug/ m³, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m³.

**Tabla 51. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de enero 2016 en la localidad de Moyobamba.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m³)	PROMEDIO (ug/m³)
ENE	15	33	32,5
	30	32	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 46. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de enero de 2016 en la localidad de Moyobamba.**

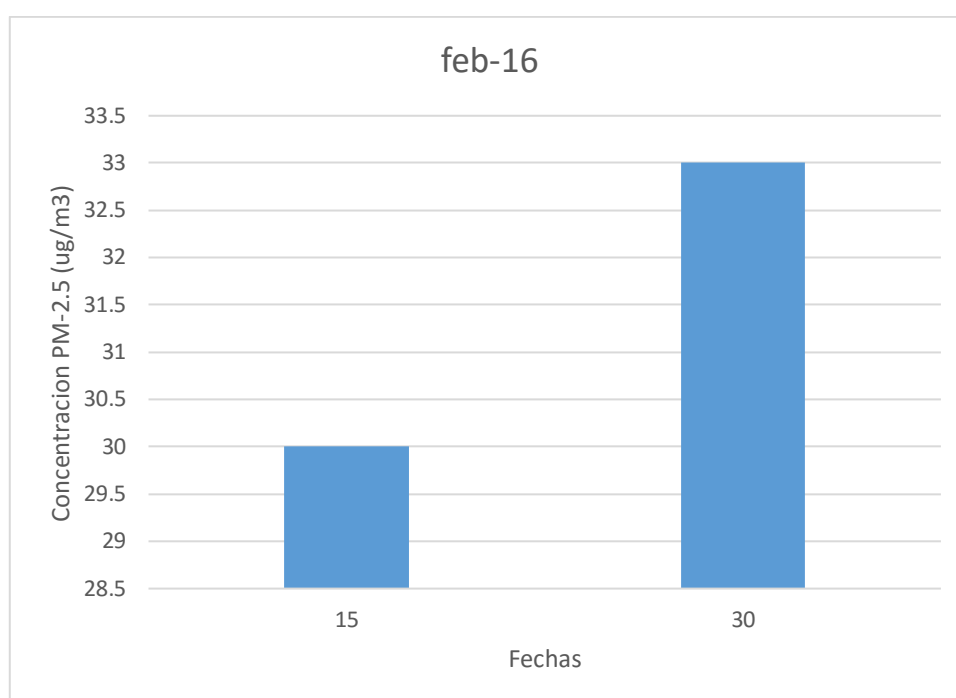
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 51 y figura 46 se puede apreciar que en el mes de enero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 33 ug/m³ y en el segundo evento un valor de 32 ug/ m³, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m³.

**Tabla 52. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de febrero 2016 en la localidad de Moyobamba.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
FEB	15	30	31,5
	30	33	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 47. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de febrero de 2016 en la localidad de Moyobamba.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

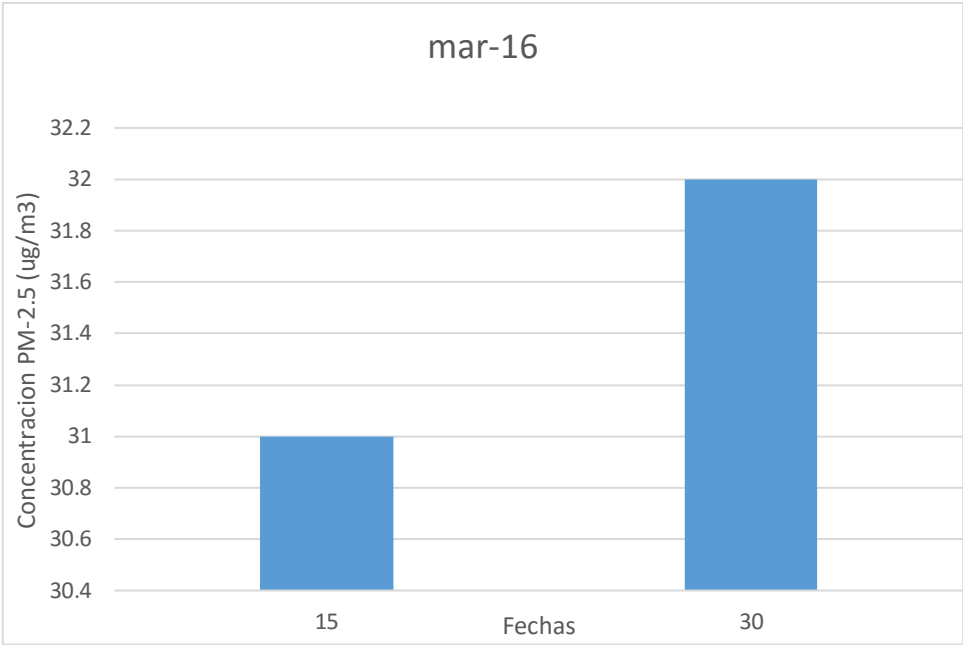
En la tabla 52 y figura 47 se puede apreciar que en el mes de febrero de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 33 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 30 ug/m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.



**Tabla 53. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de marzo 2016 en la localidad de Moyobamba.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m³)	PROMEDIO (ug/m³)
MAR	15	31	31,5
	30	32	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 48. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de marzo de 2016 en la localidad de Moyobamba.**

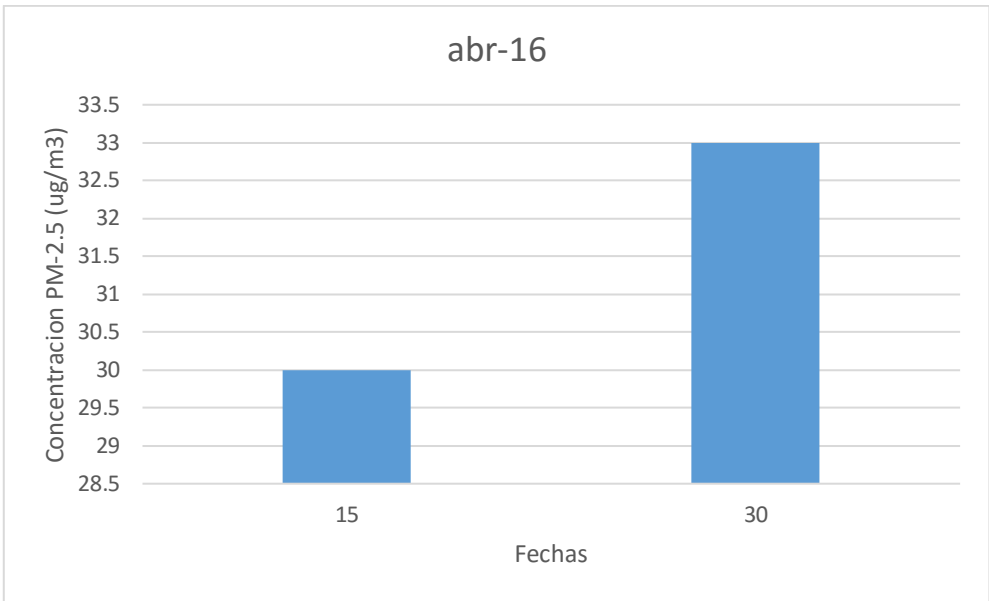
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 53 y figura 48 se puede apreciar que en el mes de marzo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 32 ug/m³ y en el primer evento un valor de 31 ug/ m³, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m³.

**Tabla 54. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de abril 2016 en la localidad de Moyobamba.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
ABR	15	30	31,5
	30	33	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 49. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de abril de 2016 en la localidad de Moyobamba.**

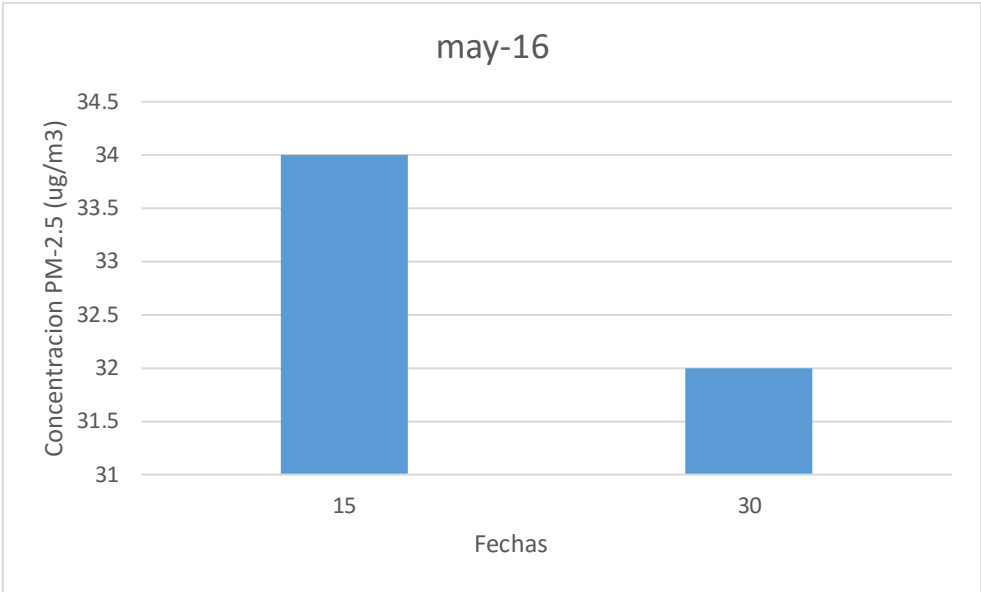
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 54 y figura 49 se puede apreciar que en el mes de abril de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 33 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 30 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 55. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de mayo 2016 en la localidad de Moyobamba.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m³)	PROMEDIO (ug/m³)
MAY	15	34	33
	30	32	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 50. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de mayo de 2016 en la localidad de Moyobamba.**

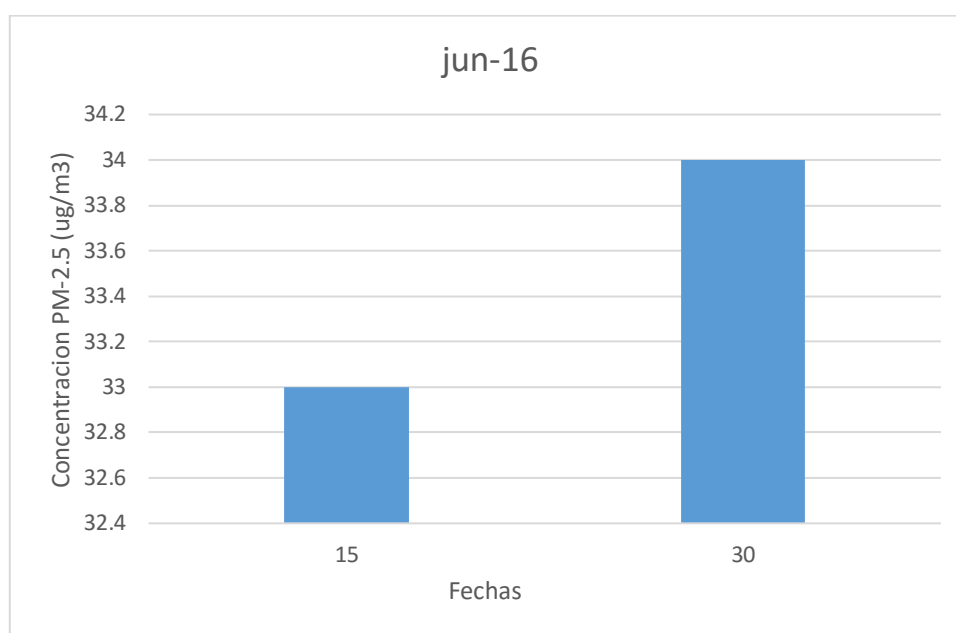
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 55 y figura 50 se puede apreciar que en el mes de mayo de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el primer evento de muestreo presentando un valor de 34 ug/m³ y en el segundo evento un valor de 32 ug/ m³, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m³.

**Tabla 56. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de junio 2016 en la localidad de Moyobamba.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUN	15	33	33,5
	30	34	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



**Figura 51. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de junio de 2016 en la localidad de Moyobamba.**

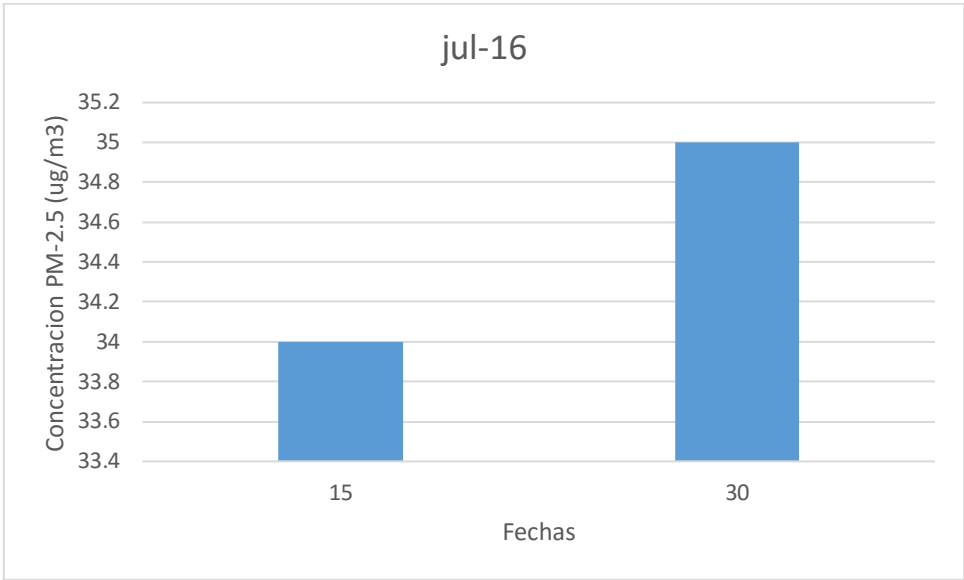
Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 56 y figura 51 se puede apreciar que en el mes de junio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 34 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 33 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Tabla 57. Datos obtenidos de PM-2,5 en el mes de julio 2016 en la localidad de Moyobamba.**

MES	FECHA	PM-2,5 (ug/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (ug/m <sup>3</sup> )
JUL	15	34	34,5
	30	35	

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.



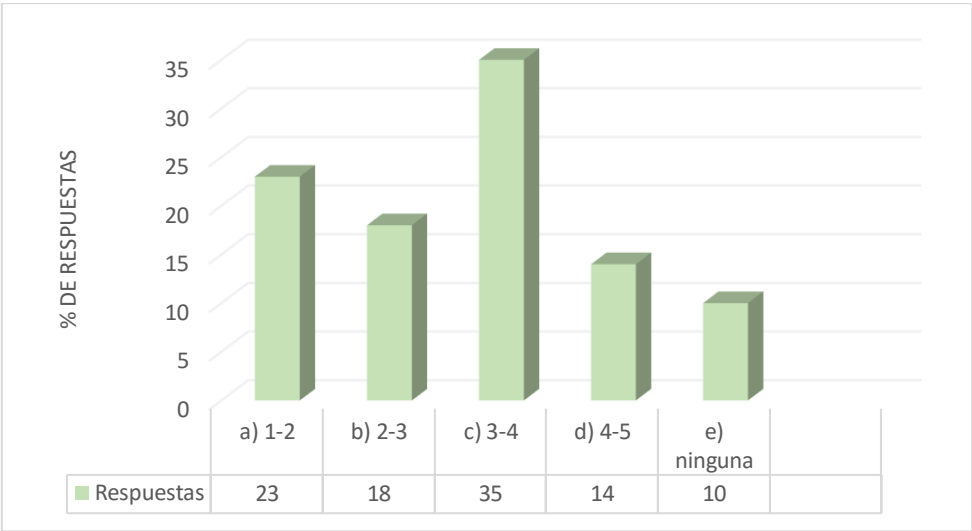
**Figura 52. Nivel de concentración de PM-2,5 en el mes de julio de 2016 en la localidad de Moyobamba.**

Fuente: Registro de monitoreo por localidad.

En la tabla 57 y figura 52 se puede apreciar que en el mes de julio de 2016 el mayor valor de concentración de PM-2,5 se presenta en el segundo evento de muestreo presentando un valor de 35 ug/m<sup>3</sup> y en el primer evento un valor de 34 ug/ m<sup>3</sup>, superando en los dos eventos el ECA para aire de 25 ug/m<sup>3</sup>.

**Resultados de la encuesta sobre el conocimiento de la contaminación atmosférica en el Alto Mayo**

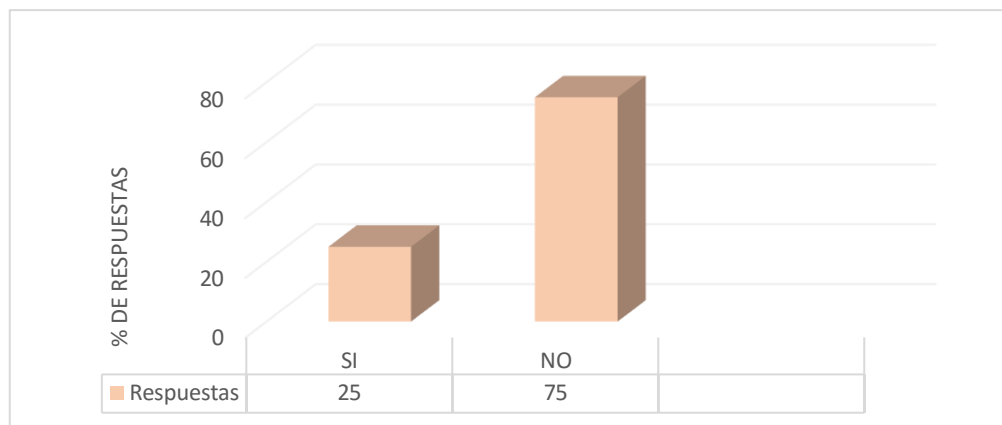
**Resultados de la encuesta en la localidad de Naranjos**



**Figura 53. Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por problemas respiratorios.**

**Fuente:** Encuesta aplicada.

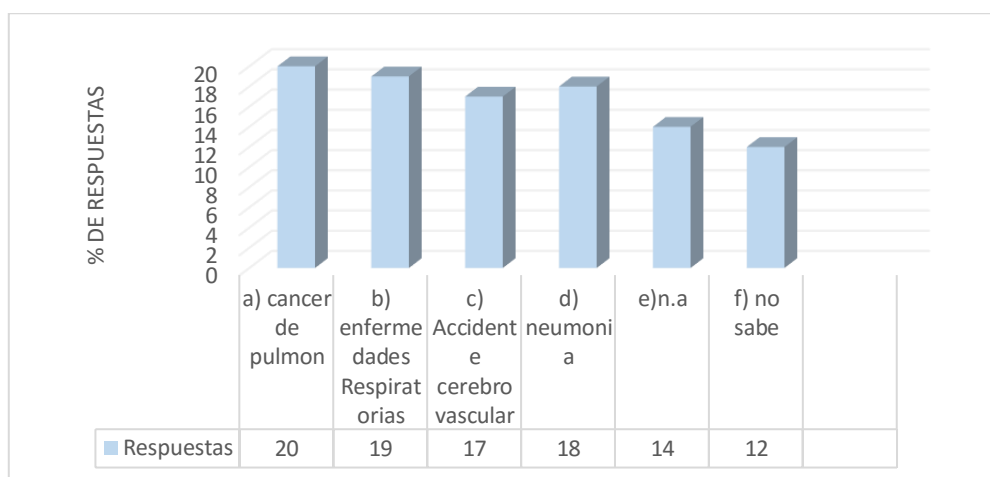
Con relación a la pregunta de ¿Cuántas veces asistió al Centro de Salud por problemas respiratorios en el último año? En la localidad de Naranjos el 35% manifiesta que asistió de 3 a 4 veces, seguido de un 23% que manifiesta a ver acudido al Centro de Salud de 1 a 2 veces.



**Figura 54. Conocimiento de la población sobre medidas para evitar la contaminación.**

Fuente: Fuente: Encuesta aplicada.

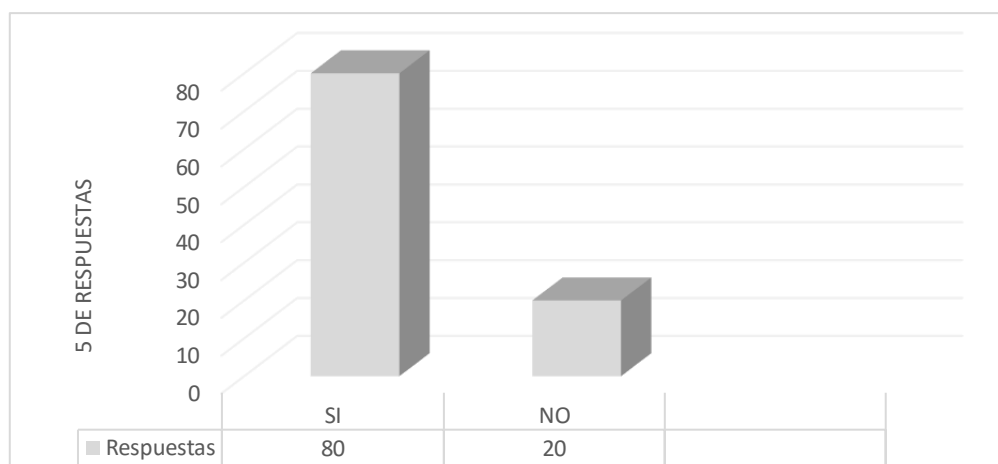
Con relación a pregunta ¿Conoce medidas para evitar la contaminación? En la localidad de Naranjos el 75% manifiesta que no conoce y el 25 % manifiesta que sí conocen.



**Figura 55. Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición diaria a la contaminación del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada por localidad.

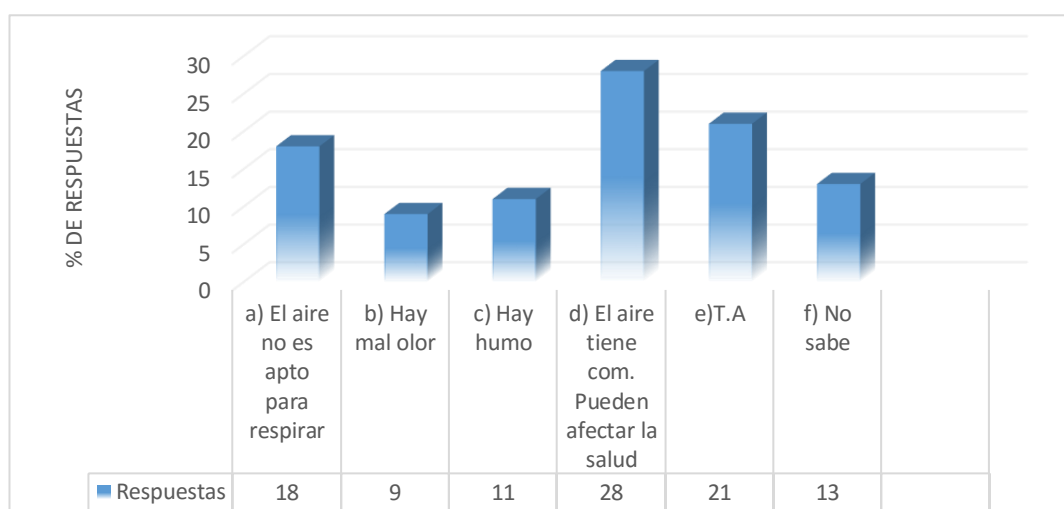
Con relación a la pregunta ¿Cuáles son las enfermedades que pueden ser producidas por la exposición diaria a la contaminación del aire en la localidad de Naranjos? El 20% manifiesta cáncer de pulmón seguido de un 19 % que manifiesta enfermedades respiratorias.



**Figura 56. Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad.**

Fuente: Encuesta aplicada por localidad.

Con relación a la pregunta si le preocupa la contaminación atmosférica en su ciudad en la localidad de Naranjos el 80% manifiesta que si mientras un 20% manifiesta que no.

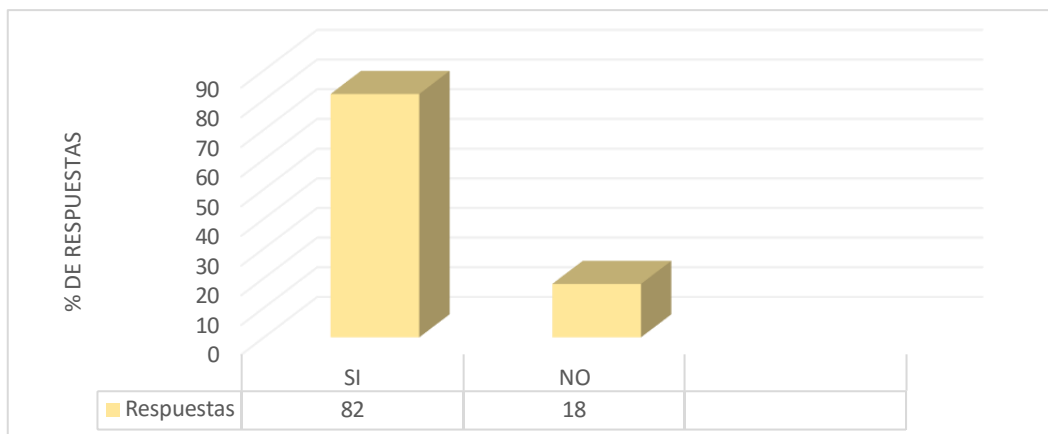


**Figura 57. Conocimiento sobre la calidad del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada por localidad.

Con relación a la pregunta ¿Cuándo la calidad del aire es mala? En la localidad de Naranjos el 28% manifiesta que el aire es de calidad mala cuando tiene componentes que pueden afectar la salud, y un 21% manifiesta también que cuando no es apto para respirar cuando hay mal olor y cuando hay humo.



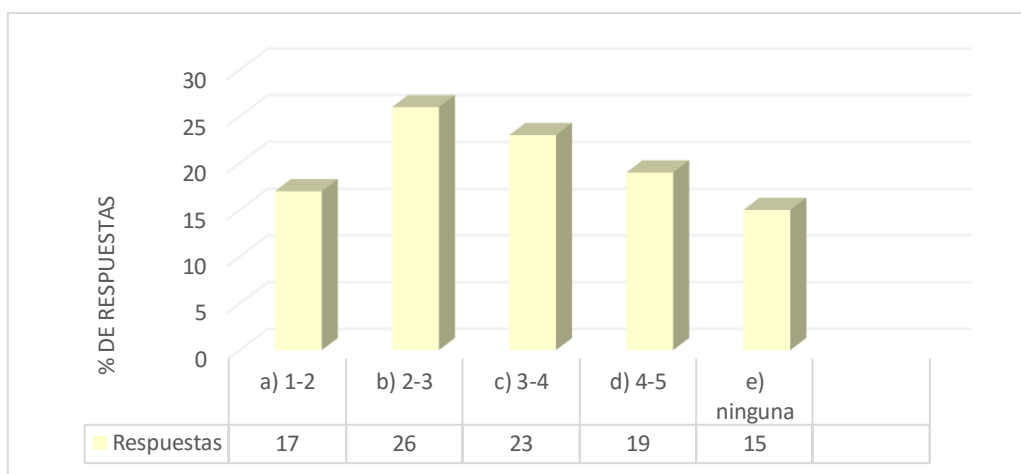


**Figura 58. Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica.**

Fuente: Encuesta aplicada por localidad.

Con relación a la pregunta ¿Estaría de acuerdo con apoyar medidas para controlar la contaminación atmosférica? En la localidad de Naranjos el 82% manifiesta que sí y un 18 % manifiesta que no apoyaría.

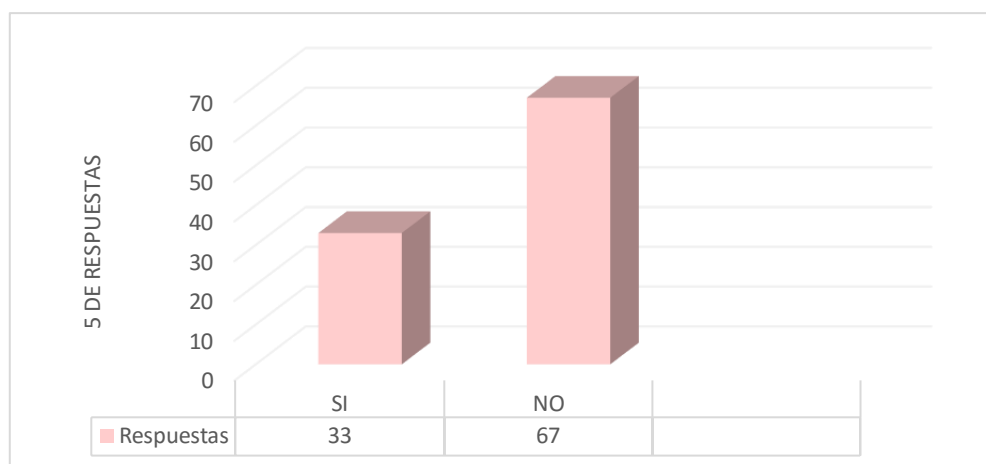
#### Resultados de la encuesta en la localidad de Nueva Cajamarca.



**Figura 59. Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por problemas respiratorios.**

Fuente: Encuesta aplicada.

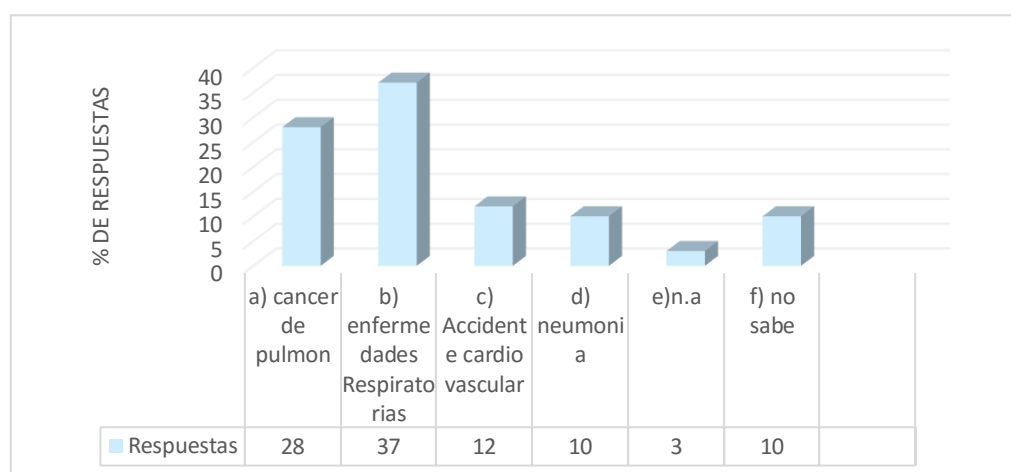
Con relación a la pregunta de ¿Cuántas veces asistió al Centro de Salud por problemas respiratorios en el último año? En la localidad de Nueva Cajamarca el 26% manifiesta que asistió de 2 a 3 veces, seguido de un 23% que manifiesta a ver acudido al centro de salud de 3 a 4 veces.



**Figura 60. Conocimiento de la población sobre medidas para evitar la contaminación.**

Fuente: Encuesta aplicada.

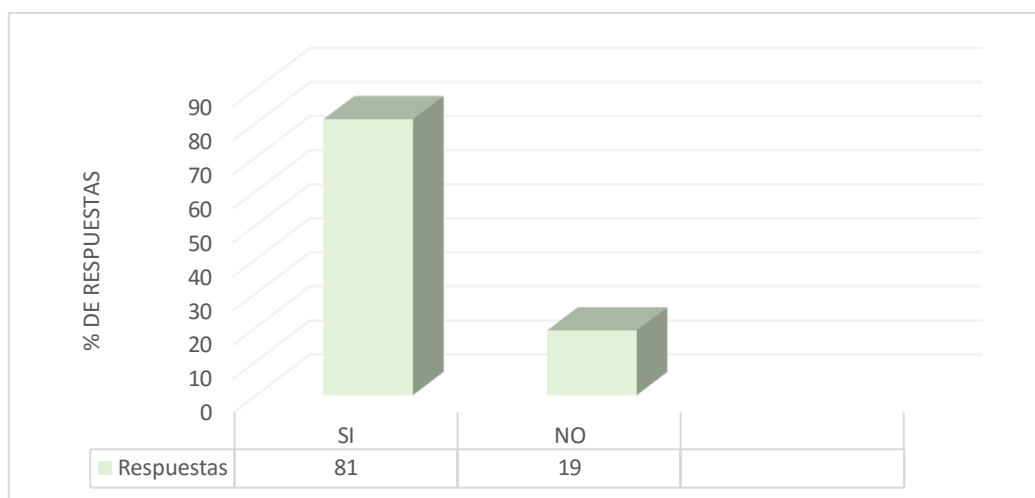
Con relación a la pregunta ¿Conoce medidas para evitar la contaminación? En la localidad de Nueva Cajamarca el 67% manifiesta que no conoce y el 33 % manifiesta que sí conocen.



**Figura 61. Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición diaria a la contaminación del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada.

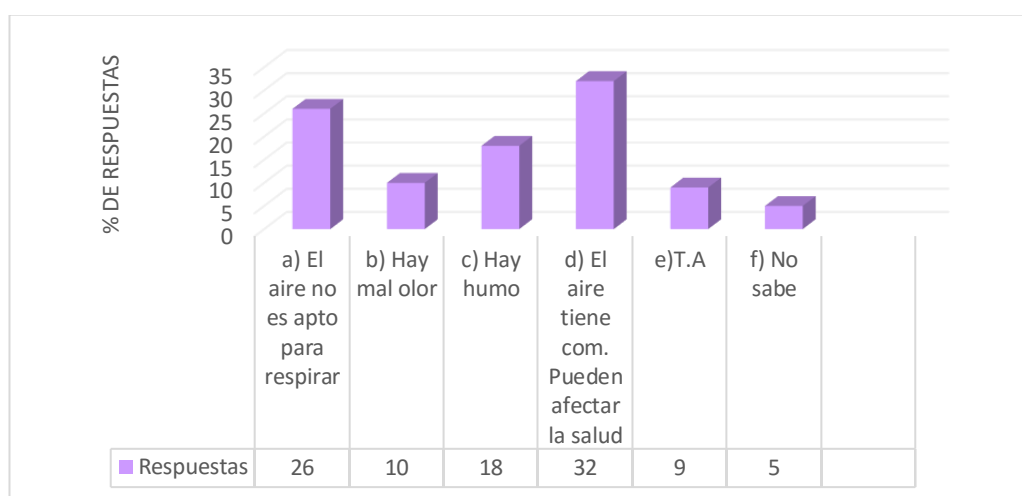
Con relación a la pregunta ¿Cuáles de las siguientes enfermedades puede ser producida por la exposición diaria a la contaminación del aire? En la localidad de Nueva Cajamarca el 37% manifiesta enfermedades respiratorias, seguido de cáncer de pulmón con un 28 %.



**Figura 62. Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad.**

Fuente: Encuesta aplicada.

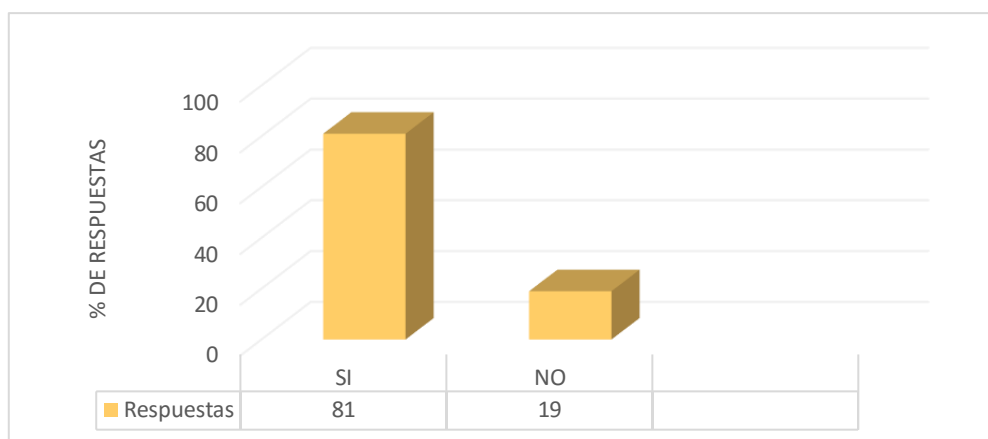
Con relación a la pregunta ¿Le preocupa la contaminación atmosférica en su ciudad? En la localidad de Nueva Cajamarca el 81% manifiesta que sí, mientras un 19% manifiesta que no.



**Figura 63. Conocimiento sobre la calidad del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Cuándo la calidad del aire es mala? En la localidad de Nueva Cajamarca el 32% manifiesta que el aire es de calidad mala cuando tiene componentes que pueden afectar la salud y un 26% manifiesta también que cuando no es apto para respirar.

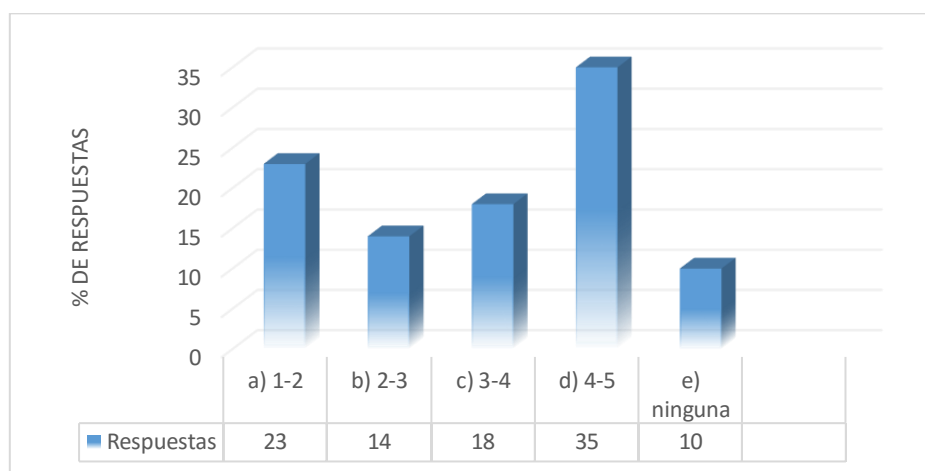


**Figura 64. Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica.**

Fuente: Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Estaría de acuerdo con apoyar medidas para controlar la contaminación atmosférica? En la localidad de Nueva Cajamarca el 81% manifiesta que sí y un 19 % manifiesta que no apoyaría.

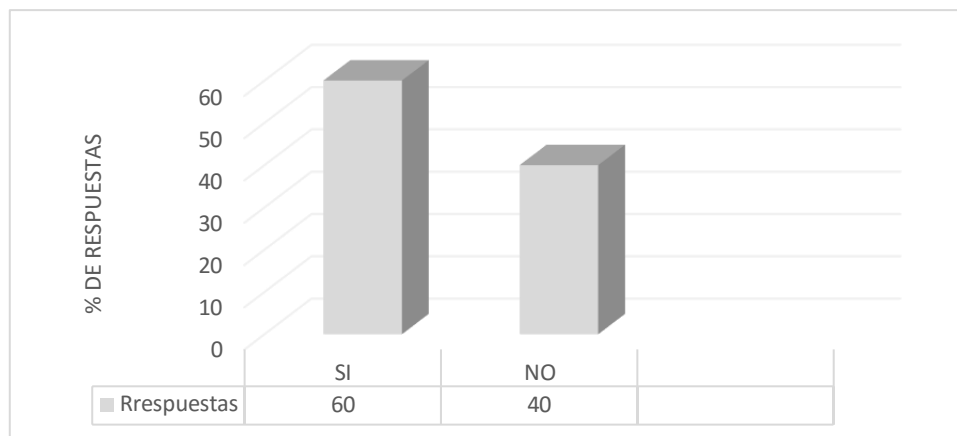
#### **Resultados de la encuesta en la localidad de Segunda Jerusalén.**



**Figura 65. Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por problemas respiratorios.**

Fuente: Encuesta aplicada.

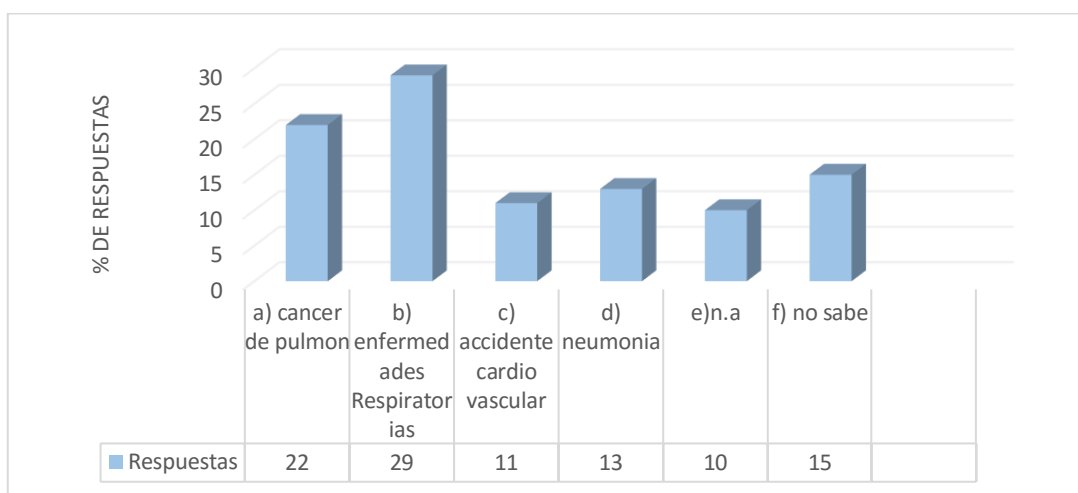
Con relación a la pregunta de ¿Cuántas veces asistió al centro de salud por problemas respiratorios en el último año? En la localidad de Segunda Jerusalén el 35% manifiesta que asistió de 4 a 5 veces, seguido de un 23% que manifiesta a ver acudido al centro de salud de 1 a 2 veces.



**Figura 66. Cocimiento de la población sobre medidas para evitar la contaminación.**

Fuente: Encuesta aplicada.

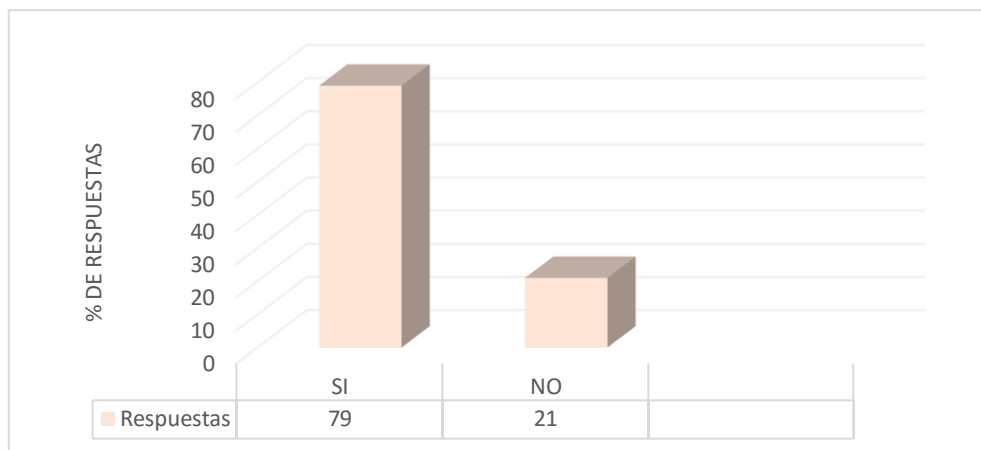
Con relación a la pregunta ¿Conoce medidas para evitar la contaminación? En la localidad de Segunda Jerusalén el 60% manifiesta que sí conoce y el 40 % manifiesta que no conocen.



**Figura 67. Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición diaria a la contaminación del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada.

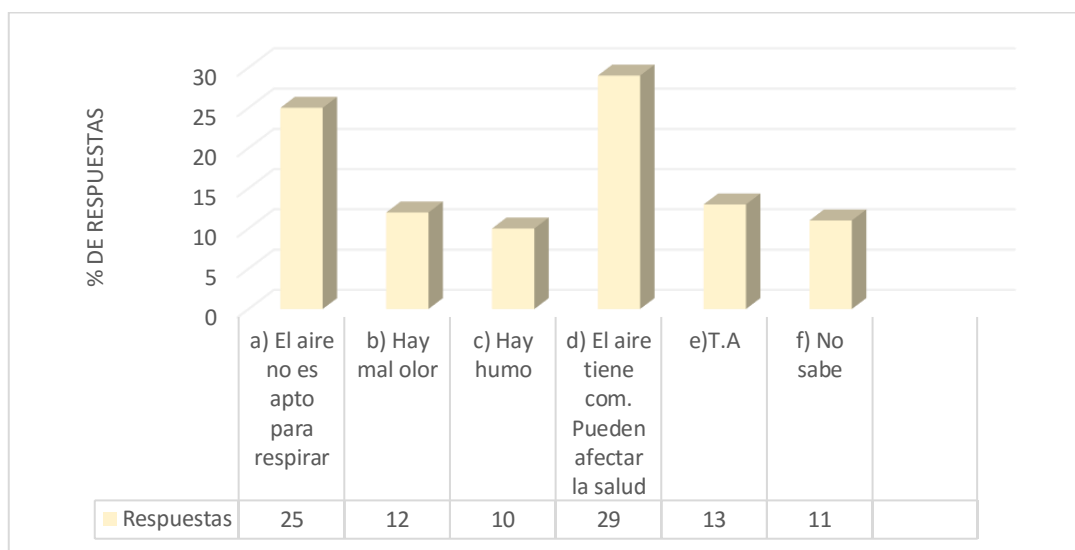
Con relación a la pregunta ¿Cuál de las siguientes enfermedades puede ser producida por la exposición diaria a la contaminación del aire? En la localidad de Segunda Jerusalén el 29% manifiesta enfermedades respiratorias, seguido de cáncer de pulmón con un 22 %.



**Figura 68. Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad.**

Fuente: Encuesta aplicada.

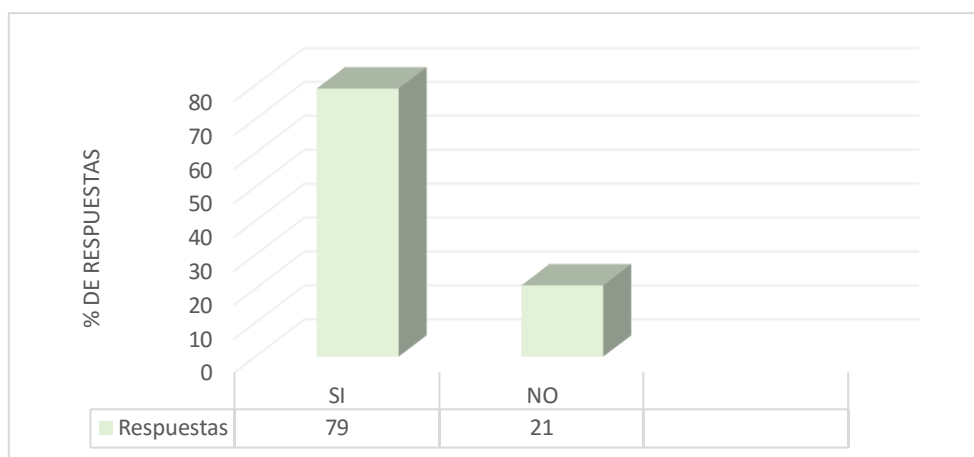
Con relación a la pregunta ¿Le preocupa la contaminación atmosférica en su ciudad? En la localidad de Segunda Jerusalén el 79% manifiesta que sí, mientras un 21% manifiesta que no.



**Figura 69. Conocimiento sobre la calidad del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Cuándo la calidad del aire es mala? En la localidad de Segunda Jerusalén el 29% manifiesta que el aire es de calidad mala cuando tiene componentes que pueden afectar la salud y un 25% manifiesta también que no es apto para respirar.

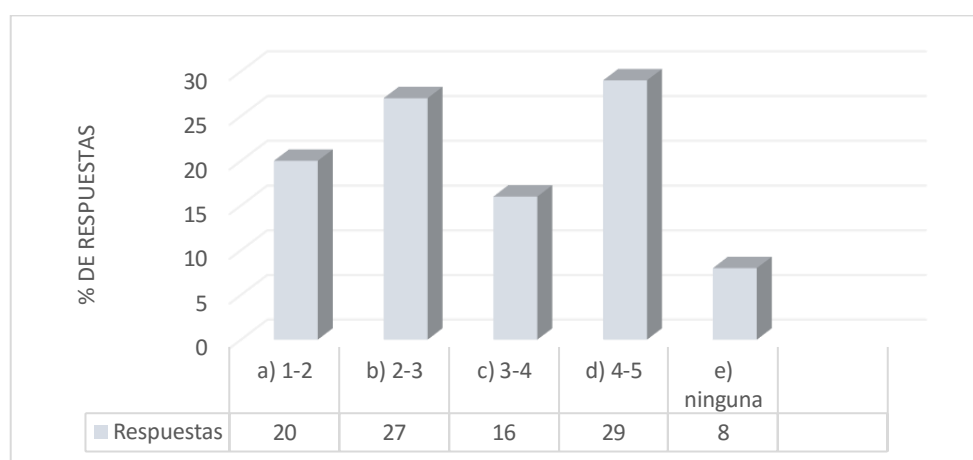


**Figura 70. Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica.**

Fuente: Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Estaría de acuerdo con apoyar medidas para controlar la Contaminación Atmosférica? En la localidad de Segunda Jerusalén el 79% manifiesta que sí y un 21 % manifiesta que no apoyaría.

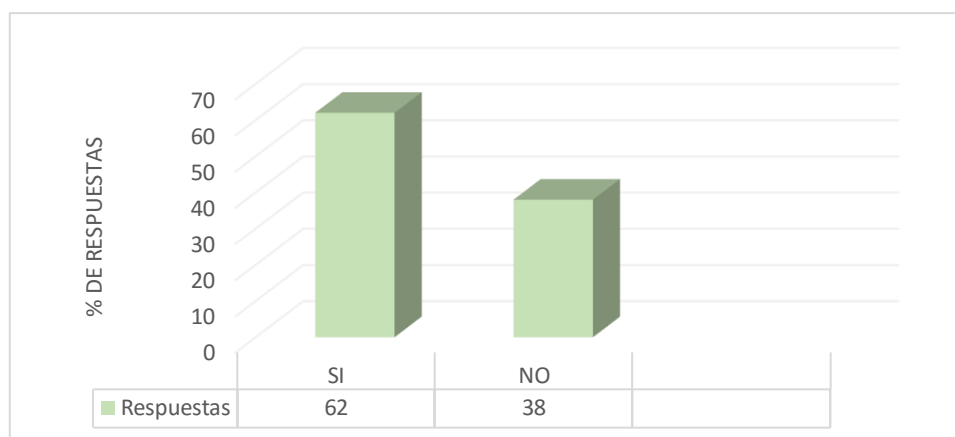
#### Resultados de la encuesta en la localidad de rioja.



**Figura 71. Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por problemas respiratorios.**

Fuente: Encuesta aplicada.

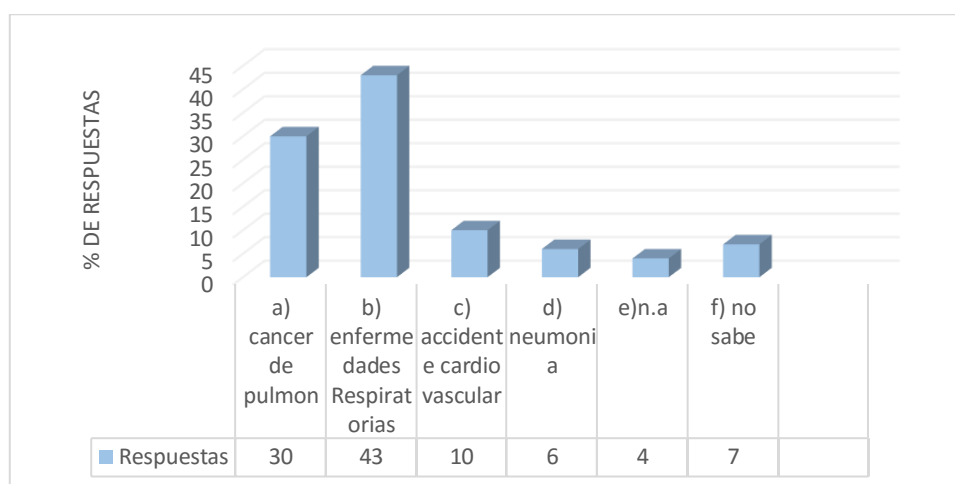
Con relación a la pregunta de ¿Cuántas veces asistió al centro de salud por problemas respiratorios en el último año? En la localidad de Rioja el 29% manifiesta que asistió de 4 a 5 veces, seguido de un 27% que manifiesta a ver acudido al centro de salud de 2 a 3 veces.



**Figura 72. Conocimiento de la población sobre medidas para evitar la contaminación.**

Fuente: Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Conoce medidas para evitar la contaminación? En la localidad de Rioja el 62% manifiesta que sí conoce y el 38 % manifiesta que no conocen.

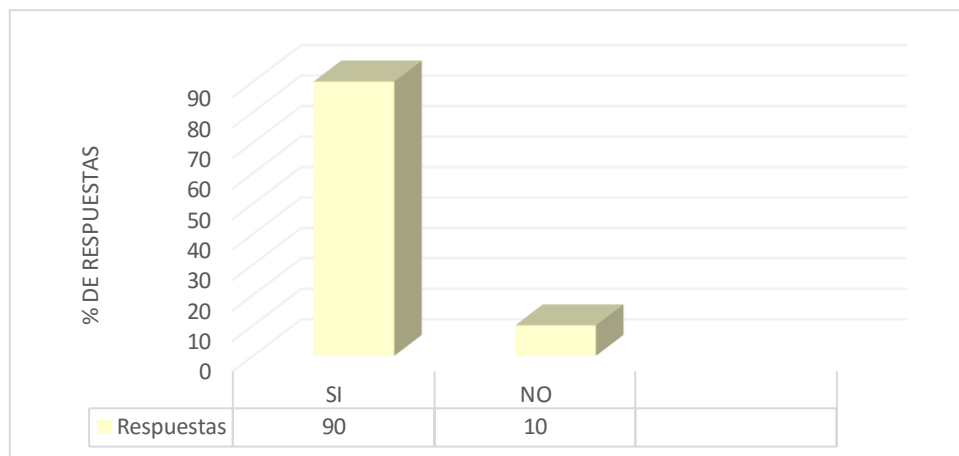


**Figura 73. Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición diaria a la contaminación del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Cuáles de las siguientes enfermedades puede ser producida por la exposición diaria a la contaminación del aire? En la localidad de Rioja el 43% manifiesta enfermedades respiratorias, seguido de cáncer de pulmón con un 30 %.

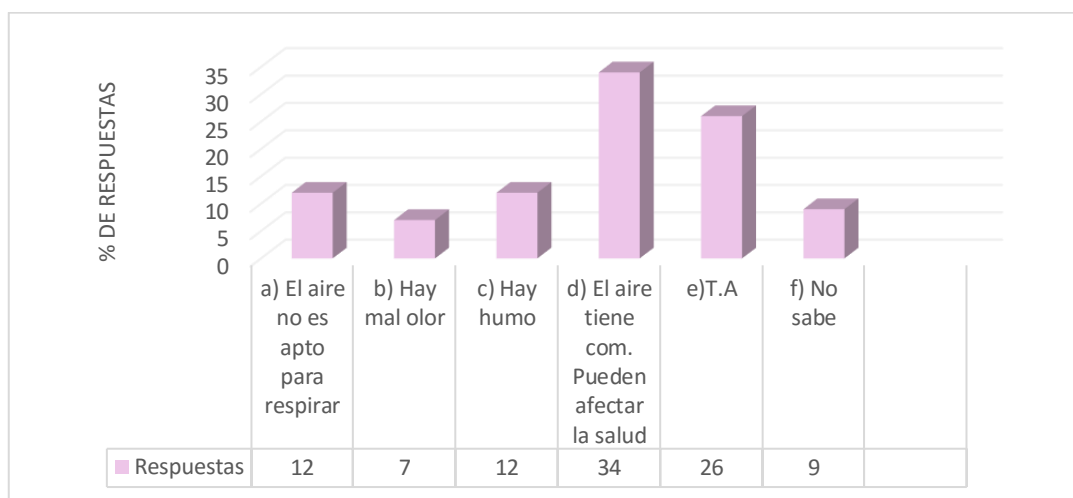




**Figura 74. Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad.**

Fuente: Encuesta aplicada.

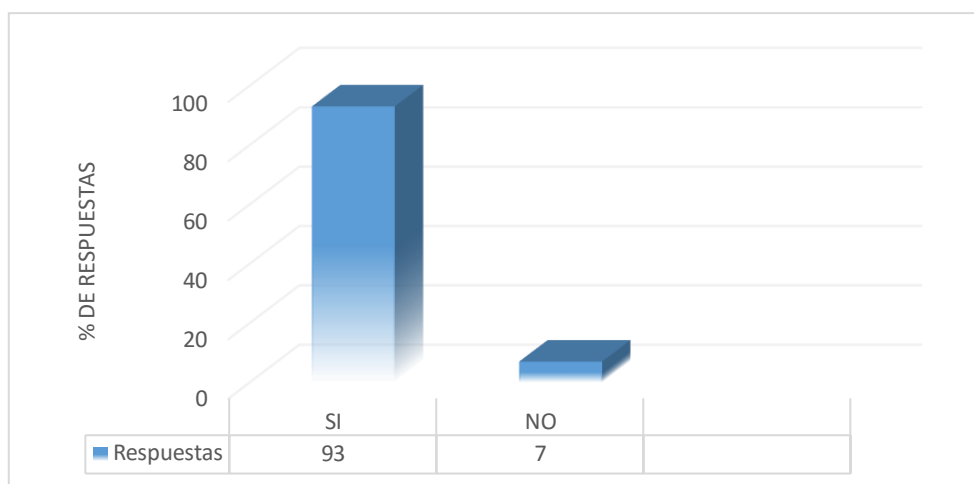
Con relación a la pregunta ¿Le preocupa la contaminación atmosférica en su ciudad? En la localidad de Rioja el 90% manifiesta que sí, mientras un 10% manifiesta que no.



**Figura 75. Conocimiento sobre la calidad del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Cuándo la calidad del aire es mala? En la localidad de Rioja el 34% manifiesta que el aire es de calidad mala cuando tiene componentes que pueden afectar la salud y un 26% manifiesta todas las anteriores; es decir, cuando el aire no es apto para respirar, cuando hay mal olor y cuando hay humo.

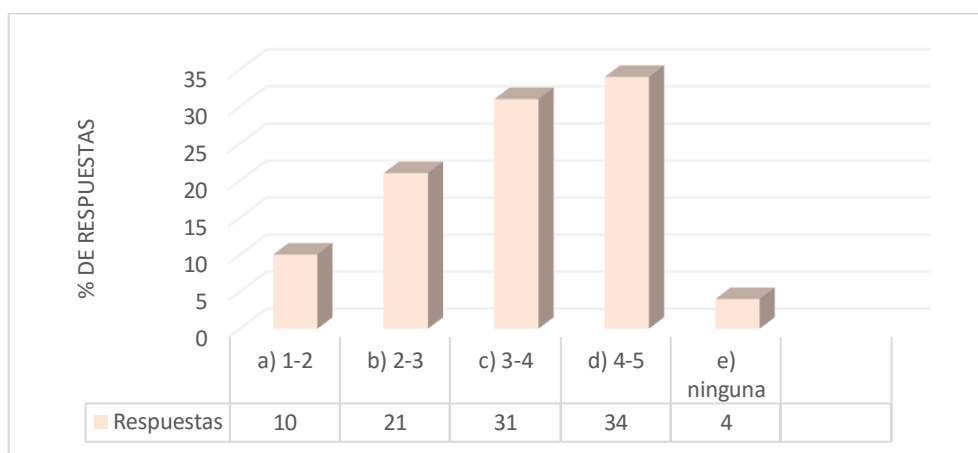


**Figura 76. Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica.**

Fuente: Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Estaría de acuerdo con apoyar medidas para controlar la contaminación atmosférica? En la Localidad de Rioja el 93% manifiesta que sí y un 7 % manifiesta que no apoyaría.

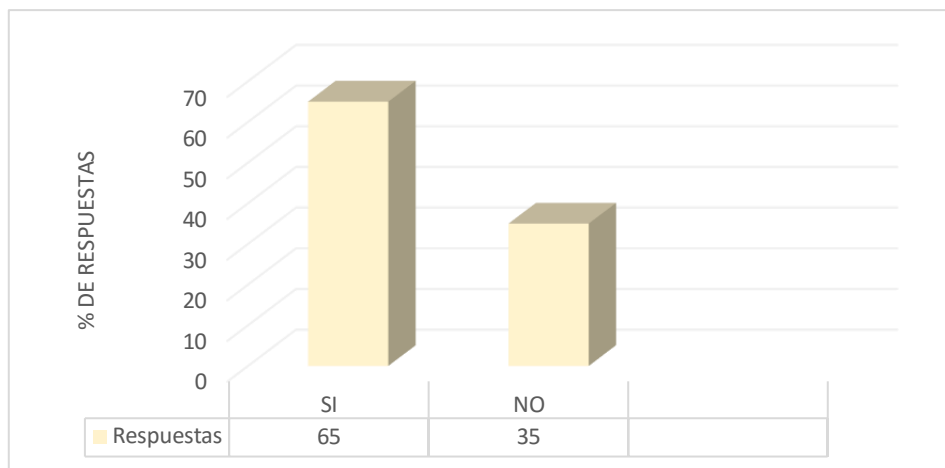
#### Resultados de la encuesta en la localidad de Moyobamba



**Figura 77. Número de veces que asistió en el último año al Centro de Salud por problemas respiratorios.**

Fuente: Encuesta aplicada.

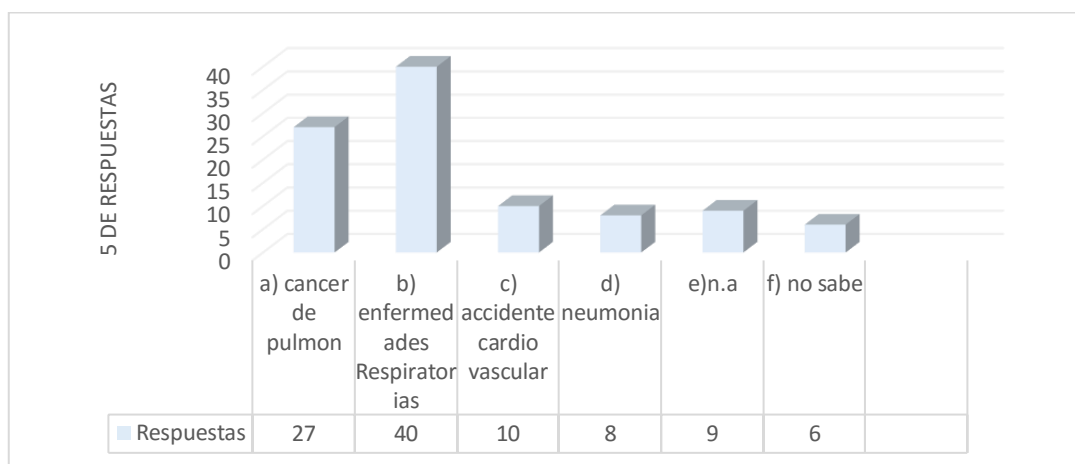
Con relación a la pregunta ¿Cuántas veces asistió al Centro de Salud por problemas respiratorios en el último año? En la localidad de Moyobamba el 34% manifiesta que asistió de 4 a 5 veces, seguido de un 31% que manifiesta a ver acudido al centro de salud de 3 a 4 veces.



**Figura 78. Conocimiento de la población sobre medidas para evitar la contaminación.**

Fuente: Encuesta aplicada.

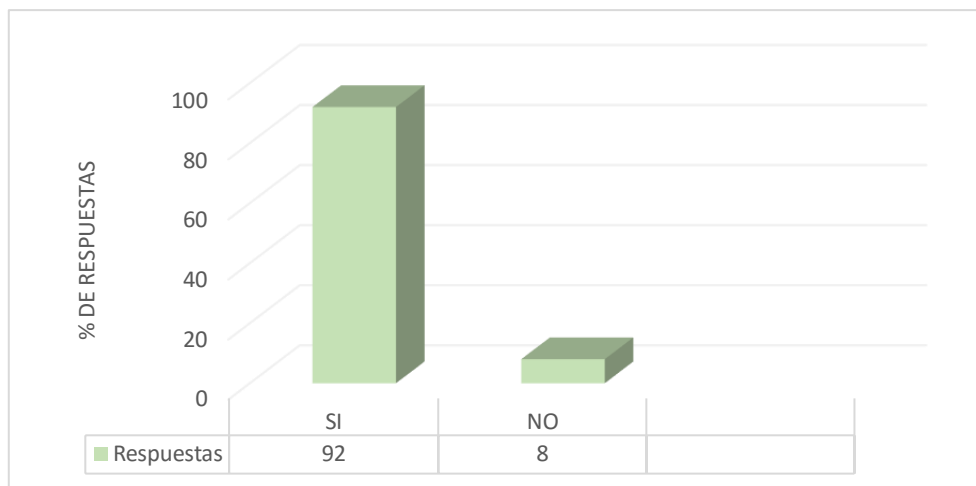
Con relación a la pregunta ¿Conoce medidas para evitar la contaminación? En la localidad de Moyobamba el 65% manifiesta que sí conoce y el 35 % manifiesta que no conocen.



**Figura 79. Conocimiento sobre enfermedades producidas por la exposición diaria a la contaminación del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada.

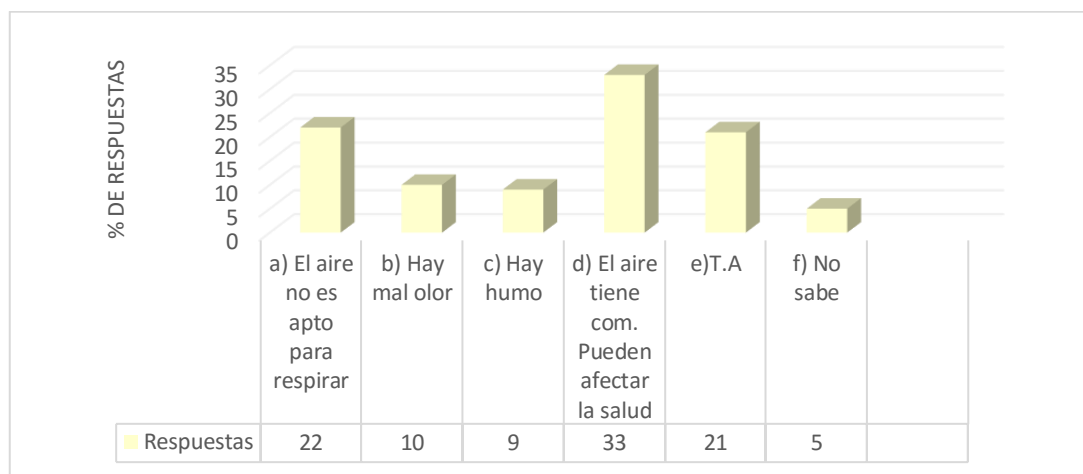
Con relación a la pregunta ¿Cuál/es de las siguientes enfermedades puede ser producida por la exposición diaria a la contaminación del aire? En la localidad de Moyobamba el 40% manifiesta enfermedades respiratorias, seguido de cáncer de pulmón con un 27 %.



**Figura 80. Preocupación sobre la contaminación atmosférica en su ciudad.**

Fuente: Encuesta aplicada.

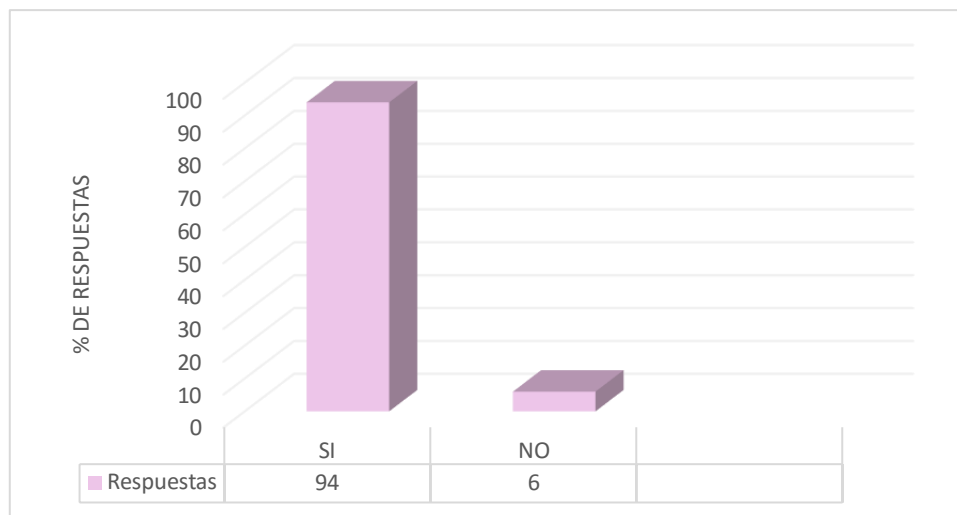
Con relación a la pregunta ¿Le preocupa la contaminación atmosférica en su ciudad? En la localidad de Moyobamba el 92% manifiesta que sí, mientras un 8 % manifiesta que no.



**Figura 81. Conocimiento sobre la calidad del aire.**

Fuente: Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Cuándo la calidad del aire es mala? En la localidad de Moyobamba el 33% manifiesta que el aire es de calidad mala cuando tiene componentes que pueden afectar la salud y un 22% manifiesta que cuando el aire no es apto para respirar.



**Figura 82. Apoyo a medidas para controlar la contaminación atmosférica.**

**Fuente:** Encuesta aplicada.

Con relación a la pregunta ¿Estaría de acuerdo con apoyar medidas para controlar la contaminación atmosférica? En la localidad de Moyobamba el 94% manifiesta que sí y un 6 % manifiesta que no apoyaría.